



Universidad Nacional de la Patagonia Austral

Dirección de Postgrado

“Caracterización de las comunidades bentónicas de fondos blandos del estuario del río Gallegos (Patagonia Austral Argentina): su utilización en la detección de impactos ambientales antrópicos”.

Susana Pittaluga

Tesis para optar al grado de Magister en Manejo y Gestión de los
Recursos Naturales en Patagonia

Director: Dra. Zulma Lizarralde

Codirector: Dr. Juan Pablo Martin

RÍO GALLEGOS, 31 DE MARZO DE 2016.

Maestrando

Susana Pittaluga

Ingeniera en Recursos Naturales Renovables (UNPA)

Director

Zulma Isabel Lizarralde

Oceanógrafa (UNSJB)

Dra. en Ciencias Biológicas (UNSJB)

Codirector

Juan Pablo Martin

Lic. en Ciencias Biológicas (UNMdP)

Dr. en Ciencias Biológicas (UNMdP)

AGRADECIMIENTOS

“Para ir rápido debes ir solo, para llegar lejos debes ir acompañado” (Anónimo).

GRACIAS A TODOS LOS QUE ME ACOMPAÑARON:

A mis hijos Franco, Fernanda y Juanchi por el aguante y el aliento para llegar hasta acá.

A Victor, mi compañero de vida, por estar siempre presente, brindándome su apoyo incondicional.

A mi familia, amigos y colegas que transitaron a mi lado siguiendo el desarrollo de este trabajo, alentándome para llegar al final.

A mi amigo el “Capitán” Ing. Livio Gismondi por tripular su embarcación de manera desinteresada para lograr los muestreos, sin él no habrían sido posibles.

A mi directora, compañera y amiga Zulma Lizarralde Gracias por enseñarme, acompañarme, darme aliento y comprometerte para que llegáramos al final de esta meta. Sin tus conocimientos, capacidad de trabajo, tenacidad y persistencia esta tesis no hubiera sido posible.

A mi codirector Juan Pablo Martin por responder a todas mis inquietudes con paciencia y claridad.

A la memoria de mis seres queridos (Nelly, Roberto y Juan) porque hubieran celebrado con entusiasmo este logro.

Al Comité Académico y al Director de la Maestría Dr. Pablo Peri por atender siempre nuestros requerimientos y necesidades.

A la Universidad Nacional de la Patagonia Austral y a la Fundación Banco Santa Cruz por el apoyo financiero brindado.

PUBLICACIONES DERIVADAS DE ESTA TESIS

Pittaluga, S., Martin, J.P., Lizarralde, Z. y Sar, A. 2013. Aspectos ecológicos de *Mysella patagona* (Bivalvia: Galeommatoidea) en dos localidades de la Patagonia Austral. Primer Congreso Argentino de Malacología.

Pittaluga, S., Lizarralde, Z. 2014. Distribución de macroinvertebrados bentónicos en un gradiente de salinidad, en el estuario del río Gallegos (Patagonia, Argentina) VI Congreso Argentino de Limnología.

Pittaluga, S., Lizarralde, Z. y Martin, J.P. 2015. Caracterización de las asociaciones bentónicas intermareales de un estuario macromareal en la Patagonia Austral. IX Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar.

INDICE GENERAL

1. INTRODUCCION	1
1.1. Objetivo general	6
1.1.2. Objetivos específicos	6
1.1.3. Hipótesis.....	6
2. MATERIALES Y MÉTODOS	7
2.1. Área de estudio:.....	7
2.2. SITIOS DE MUESTREO:	9
2.2.1. SITIO 1. COSTANERA.....	10
2.2.2. SITIO 2: EMISARIO	12
2.2.3. SITIO 3. PUNTA LOYOLA.....	13
2.2.4. SITIO 4. PUNTA GANCHO	14
2.3. Muestreos de la macrofauna.....	15
2.4. Muestreo del sedimento	17
2.5. Muestreo de parámetros físico-químicos	18
2.6. Calculo de índices ecológicos	18
2.7. Análisis estadístico univariado y multivariado	19
3. RESULTADOS	21
3. 1. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL	21
3.1.1. Parámetros físico-químicos.....	21
3.1.2. Caracterización granulométrica de los sedimentos	23
3.1.3. Contenido de materia orgánica de los sedimentos	26
3.2. LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.....	29

3.2.1. Composición general de la comunidad 29

3.2.2. Variación temporal de la comunidad 35

3.2.3. Variación espacial de la comunidad..... 37

3.2.4. Distribución vertical de macroinvertebrados en los diferentes sitios de muestreo. .. 41

3.2.5. Relación entre la comunidad bentónica y las variables ambientales 59

3.3. DISCUSION..... 63

3.4. CONCLUSIONES..... 69

BIBLIOGRAFÍA..... 70

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Variación estacional de los parámetros fisicoquímicos registrados en cada uno de los sitios de muestreo.	22
Tabla 2. Grado de dominancia (%) de los organismos bentónicos presentes en los sitios de muestreo.	32
Tabla 3. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos A y B	38
Tabla 4. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos G1, G2, y G3	40
Tabla 5. Sitio 1 Costanera. Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m^2) de los macroinvertebrados bentónicos.	42
Tabla 6. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos del sitio Costanera	45
Tabla 7. Sitio Emisario (S2). Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m^2) de los macroinvertebrados bentónicos.	46
Tabla 8. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos de Emisario.	50
Tabla 9. Sitio Punta Loyola (S3). Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m^2) de los macroinvertebrados bentónicos.	51
Tabla 10. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos de Punta Loyola.	55

Tabla 11. Sitio Punta Gancho (S4). Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m ²) de los macroinvertebrados bentónicos.....	56
Tabla 12. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos de Punta Gancho.....	59
Tabla 13. Resultados del análisis BIO- ENV.....	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista satelital del estuario del río Gallegos.	9
Figura 2. Área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo	10
Figura 3. Vistas del sitio Costanera (S1).....	11
Figura 4. Vistas del sitio Emisario (S2)	12
Figura 5. Vistas del Sitio Punta Loyola (S3).....	13
Figura 6. Vista Sitio Punta Gancho (S4).	14
Figura 7. Muestreador para macrofauna, empleado en la zona intermareal.	15
Figura 8. Embarcación empleada para el muestreo submareal.	16
Figura 9. Draga tipo Ponar empleada para el muestreo submareal.....	16
Figura 10. Registro de parámetros ambientales en el ambiente submareal	18
Figura 11. Composición granulométrica de los sedimentos.	23
Figura 12. Composición granulométrica del sedimento de Costanera (S1).....	24
Figura 13. Composición granulométrica del sedimento de Emisario (S2).	24
Figura 14. Composición granulométrica del sedimento de Punta Loyola (S3)	25
Figura 15. Composición granulométrica del sedimento de Punta Gancho (S4)	26
Figura 16. Porcentaje estacional de materia orgánica para los diferentes sitios.	26

Figura 17. Sitio Costanera (S1). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.	27
Figura 18. Sitio Emisario (S2). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.	27
Figura 19. Sitio Punta Loyola (S3). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.	28
Figura 20. Sitio Punta Gancho (S4). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.	28
Figura 21. Abundancia total de individuos del macrobentos	29
Figura 22. Curva de acumulación de especies para los macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio.....	30
Figura 23. Promedio (\pm desviación típica) para los índices calculados por sitio.....	31
Figura 24. Abundancia promedio (individuos/m ²) de los organismos dominantes por sitios de muestreo.	34
Figura 25. Abundancia de organismos bentónicos, por sitios y estación del año.....	35
Figura 26. Variación estacional de la abundancia de las especies bentónicas dominantes..	36
Figura 27. DENDOGRAMA para los sitios de muestreo en función de la abundancia de organismos bentónicos.	37
Figura 28. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los sitios de muestreo en función de la abundancia de organismos bentónicos..	39
Figura 29. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m ²) de los grupos taxonómicos de Costanera.....	41
Figura 30. Sitio Costanera. Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel.	43
Figura 31. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio1 Costanera.....	45

Figura 32. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m^2) de los grupos taxonómicos de Emisario.	47
Figura 33. Sitio Emisario (S2). Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel.	48
Figura 34. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio2.	49
Figura 35. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m^2) de los grupos taxonómicos de Punta Loyola.	52
Figura 36. Sitio Punta Loyola (S3). Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel.	53
Figura 37. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio 3.	54
Figura 38. . Contribución porcentual de la abundancia (ind/m^2) de los grupos taxonómicos de Punta Gancho.	56
Figura 39. Sitio Punta Gancho (S4). Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel.	57
Figura 40. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio 4.	58
Figura 41. Análisis canónico de correspondencias. Diagrama “biplot” entre variables ambientales y especies.	62

RESUMEN

Título: Caracterización de las comunidades bentónicas de fondos blandos del estuario del río Gallegos (Patagonia Austral Argentina): su utilización en la detección de impactos ambientales antrópicos.

El objetivo general del presente trabajo fue determinar las características de las comunidades bentónicas en ambientes de fondos blandos del estuario del río Gallegos, Patagonia Austral (51° 35'S y 69° 01'O), analizando su relación con las variables ambientales e identificando en particular las especies que puedan ser utilizadas para detectar procesos de degradación ambiental. Entre marzo de 2012 y febrero de 2013, se realizaron muestreos estacionales en diferentes niveles del intermareal e infralitoral superior, en 3 sitios ubicados en la margen sur y uno en la margen norte del estuario. Se identificaron 35 especies pertenecientes a 10 taxas, observándose espacial y temporalmente, un claro predominio en abundancia en la mayor parte del estuario, de los poliquetos (91%), seguidos por los bivalvos (4,1%) y los anfípodos (3,4%). Las especies más abundantes fueron *Fabricinuda* sp (6826 ind/m²), *Darina solenoides* (335 ind/m²) y *Ampelisca* sp (245 ind/m²). El contenido de limos-arcillas y de materia orgánica en el sedimento y el nivel de marea son los factores que mejor explicaron la distribución de las especies bentónicas, identificándose cinco asociaciones faunísticas relacionadas con estas variables ambientales. Los cambios observados en la composición y abundancia de la fauna macrobentónica por la presencia de *Fabricinuda* sp., y el registro de *Scolecopides uncinatus* y *Mysella patagona* en ambientes con un alto contenido de materia orgánica en los sedimentos permiten sugerir que estas especies podrían ser propuestas como bioindicadores de enriquecimiento orgánico y seleccionadas para monitorear cambios ambientales en el estuario.

Palabras clave: estuario, Patagonia Austral, bentos, bioindicadores.

ABSTRACT

Title: Characterization of soft-bottom benthic communities at the Río Gallegos estuary (Southern Patagonia, Argentina): their use in the detection of anthropogenic environmental impacts.

The main objective of this study was to determine the characteristics of benthic communities on soft bottoms environments at the Río Gallegos estuary, Southern Patagonia (51° 35' S and 69° 01' O), analyzing their relationship with environmental variables and identifying particular indicator species that can be used to detect environmental degradation processes. Seasonal samplings at different levels of intertidal and upper subtidal, in three sites located on the south bank, and one on the north bank of the estuary were made between March 2012 and February 2013. Thirty-five species belonging to ten taxa were identified, with a clear spatial and temporarily predominance in abundance of polychaete (91%), bivalves (4.1%) and amphipods (3.4%). The most abundant species were *Fabricinuda* sp (6826 ind/m²), *Darina solenoides* (335 ind/m²) and *Ampelisca* sp (245 ind/m²). The content of silt-clay and organic matter in sediments and the tidal level were the factors that best explained the distribution of benthic species, identifying five faunistic assemblages related to these environmental variables. The observed changes in the composition and abundance of macrobenthic species due to the presence of *Fabricinuda* sp, and the abundance of *Scolecopides uncinatus* and *Mysella patagona* in environments with a high content of organic matter in sediments, allow us to suggest that these species could be proposed as bioindicators of organic enrichment and could be selected to monitor environmental changes in the estuary.

Keywords: Estuary, Patagonia Austral, benthos, bioindicators

1. INTRODUCCION

Las comunidades bentónicas están compuestas por casi todos los fila del reino animal e incluyen organismos de una amplia diversidad en tamaños, formas de vida, alimentación, comportamiento y una amplia respuesta al estrés ambiental. Los organismos bentónicos juegan un importante rol ecológico en el reciclado de nutrientes, en la producción secundaria, en la oxigenación y transporte de materia orgánica, y en la dispersión y depósito de contaminantes. Presentan además un estrecho vínculo con la trama alimentaria pelágica, transfiriendo biomasa y llevando los contaminantes desde el fondo marino hacia los niveles tróficos superiores, como los peces y el hombre (Blair et al. 1996, Snelgrove 1998).

A nivel global las comunidades bentónicas han sido ampliamente estudiadas reconociéndose los primeros trabajos a Petersen (1914). A partir de estas primeras investigaciones los estudios se centraron en establecer relaciones de las comunidades con factores abióticos (Jones 1950, Pérès 1958, Pérès y Picard 1964; Pearson y Rosenberg, 1978); posteriormente, los trabajos pasaron a la cuantificación de las comunidades y a su utilización como bioindicadores de impacto antrópico y de calidad ambiental (Gray 1981, Warwick 1988, Warwick y Clark 1994).

En nuestro país, los estudios ecológicos de las comunidades bentónicas marinas, se iniciaron con Ringuet et al. (1962, 1963) y Olivier et al. (1966) con descripciones de comunidades intermareales y submareales de la Patagonia. Olivier et al., (1968) realizan las primeras descripciones para la costa de Provincia de Buenos Aires. Desde entonces, numerosos estudios han proporcionado información de los organismos pertenecientes a la macrofauna bentónica a lo largo de la costa del Mar Argentino (Orenzans y Estivariz 1971; Zaixso y Pastor 1977; Zaixso et al. 1978, 1998; Elias 1985; Elias y Bremec 1986; Bastida

et al. 1989,1992; Bremec 1990; Pastor 2000; Lizarralde y Cazzaniga 2009). Bastida et al. (2007) reúnen la información sobre las comunidades de invertebrados bentónicos del Mar Argentino otorgando un perfil histórico del desarrollo de esta línea de investigación en el país.

En el ecosistema estuarial, el macrobentos es uno de los elementos estructurantes de la red alimentaria, desempeñando un papel importante en la dinámica del sistema (Herman et al. 1999). Los patrones de zonación o variación espacial en la estructura de estas comunidades, son comunes en todos los ambientes acuáticos y terrestres (Smith y Smith 2001). El término zonación se refiere a la disposición de la biota en determinadas áreas, las que se distinguen de las zonas vecinas por su composición en especies (Zaixso et al. 2015).

Los patrones de distribución espaciales y temporales de las especies del bentos en fondos sedimentarios de todas las latitudes, están determinados por la producción primaria de la columna del agua, el tipo de sedimento y las condiciones fisicoquímicas e hidrológicas asociadas (Alongi 1990), como la pendiente, la orientación del sustrato, la presencia de olas y su frecuencia, los ciclos de mareas, la temperatura y la salinidad, entre otros. Además de estos factores, también existen otros de carácter biótico que afectan dicha zonación; entre ellos la alimentación, la competencia por el sustrato y la depredación (Bremec 1990; Mille-Pagaza 2002; Peyrer et al. 2007; Mendonça et al. 2008; Rufino et al. 2010; Valdelamar Villegas et al. 2013). Las características del sustrato son claves como determinantes de la estructura de la comunidad bentónica de los fondos blandos (Peterson 1998), actuando como un “super-parámetro” informativo del hábitat, constituyendo la clave de la ecología bentónica (Rhoads 1974; Gray 1974). En los ambientes costeros, el contenido orgánico del sedimento aumenta típicamente con la fineza del depósito (Carrasco 2004) y constituye un recurso trófico relevante para las comunidades bentónicas.

Debido a que la mayoría de los organismos pertenecientes a la macrofauna bentónica, tienen poca movilidad y están íntimamente asociados al sedimento (donde se acumula el material orgánico particulado y/o tóxico), responden rápidamente a las perturbaciones de su hábitat. En este aspecto, estudios realizados en diferentes regiones del mundo en ambientes costeros marinos y estuariales, pero también en nuestro país, han permitido determinar que los organismos que componen las comunidades bentónicas responden, por su alta sensibilidad, a los cambios introducidos por el hombre en el ambiente (Warwick 1986; López Gappa et al. 1993; Clark 2001; Vallarino 2002; Elías et al. 2003, 2006; Díaz et al. 2004; Rivero et al. 2005; Ferrando et al. 2010). Por ello, las comunidades bentónicas son buenos indicadores de perturbaciones naturales y antropogénicas, y han sido ampliamente utilizados en programas de monitoreo, evaluación y vigilancia en muchas partes del mundo (Carrasco y Gallardo 1989; Frithsen y Holland 1990). En relación a estos efectos de perturbación, muchos investigadores han establecido relaciones entre la estructura de las comunidades macrobentónicas con el medio abiótico, acoplando patrones de dominancia (Warwick 1986; Clarke 1990) o describiendo los cambios en la composición trófica de las comunidades bentónicas por incremento del contenido de materia orgánica (Pearson y Rosenberg 1978; Boesch y Rosenberg 1981; Gaston et al. 1998).

Chapman (2007), señala que el impacto producido por la contaminación del agua o los sedimentos se determina mejor a través del estudio de las comunidades bentónicas que solamente con el análisis de las características químicas, por este motivo, el uso de macroinvertebrados bentónicos para determinar la salud de un ambiente acuático ha sido ampliamente adoptado (Salazar Vallejo 1991; Peso y Meichtry de Zaburlin 1998). Wilson (1994) menciona la importancia de estudiar a los organismos bentónicos, por considerarse

bioindicadores de las condiciones del ambiente, indicadores de contaminación y de la salud del sistema.

En el medio acuático, los organismos viven en condiciones cambiantes, por lo que en general son afectados por los cambios físicos y químicos a los que se suman los efectos por contaminantes naturales y antropogénicos (Llanes Baeza y González 2002). El enriquecimiento orgánico de los sedimentos, debido al aporte de los efluentes urbanos e industriales, es una de las problemáticas más comunes en ambientes estuariales y costas marinas que pueden resultar en una serie de cambios en la abundancia y diversidad de los organismos bentónicos, reflejados en patrones de distribución tanto temporales como espaciales. (Clark 2001; Borja et al. 2006; Martín et al. 2009; Ferrando et al. 2010). Los estuarios sufren el efecto de las numerosas actividades humanas que se desarrollan en ellos o bien en la cuenca de recepción de sus ríos (Baldó et al. 2001), que pueden poner en peligro su integridad ecológica, debido al crecimiento acelerado de la población y el desarrollo sin planificación en muchas regiones costeras del mundo (Kennish 2002).

En el estuario del río Gallegos, los estudios relacionados con el aspecto ecológico o las comunidades bentónicas no son numerosos. Estudios referidos a la distribución de macrofauna bentónica en el ambiente intermareal fueron realizados por Lizarralde (2004) y Lizarralde y Pittaluga (2011). Otros trabajos se centran en el análisis de la variación temporal y en la distribución y abundancia de los moluscos bivalvos (Gallardo 2014; Pittaluga y Lizarralde 2004), en la descripción sistemática de la fauna íctica (Torres et al. 2006), o de crustáceos estomatópodos (Torres y Vargas 2007) y en los estudios de carácter físico-químico (JAICA 2004) para evaluar el estado de contaminación de la zona costera.

La ciudad de Río Gallegos, ubicada en la margen sur del estuario, ha sufrido un importante y constante crecimiento demográfico en las últimas décadas, alcanzando los 97.000

habitantes (INDEC 2010), así como un aumento de la actividad portuaria vinculada a la carga y descarga de combustibles. Por este motivo, es necesario generar la información de base que permita detectar cambios ambientales derivados del impacto de actividades urbanas e industriales, sentando las bases científico-técnicas para un adecuado manejo de esta problemática, y contribuir de este modo a la planificación de un desarrollo ambientalmente sustentable.

1.1. Objetivo general:

Determinar las características de las comunidades bentónicas en ambientes de fondos blandos del estuario del río Gallegos, e identificar en particular especies que puedan ser utilizadas para detectar procesos de degradación ambiental.

1.1.2. Objetivos específicos:

- Caracterizar los sitios de muestreo en función de su granulometría, contenido de materia orgánica del sedimento y variables físico-químicas del ambiente.
- Analizar la distribución de la macrofauna bentónica en diferentes sitios del estuario y su variación temporal.
- Identificar la presencia de especies que puedan emplearse como bioindicadoras de cambios ambientales.

1.1.3 Hipótesis

- La distribución de las comunidades bentónicas estará relacionada con las características del sustrato (granulometría y contenido de materia orgánica) y con las características físico-químicas del ambiente.
- Los cambios (naturales o antrópicos) en el ambiente de los diferentes sitios estudiados determinarán variaciones en su riqueza y diversidad específica.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio:

El presente estudio se llevó a cabo en el estuario del río Gallegos ($51^{\circ} 35'S$ y $69^{\circ} 01'O$), (Fig. 1), ubicado en el extremo sur de la Patagonia, Argentina. Sobre su margen sur se ubica la ciudad de Río Gallegos, capital de la provincia de Santa Cruz. Las características climáticas de la zona corresponden a un clima templado frío semiárido, con una temperatura media anual de $7^{\circ}C$. Las temperaturas medias son de $13^{\circ}C$ en verano y de $1^{\circ}C$ en invierno. Las precipitaciones se distribuyen irregularmente a lo largo del año, con una media anual de 250 mm. La existencia de vientos es constante a lo largo del año, su velocidad media anual es de 22 km/h y los promedios mensuales muestran máximos entre los meses de octubre a febrero, superando los 30 km/h con ráfagas de más de 100 km/h (Cuadra y Oliva 1996).

El río Gallegos desemboca en el Mar Argentino en un estuario en forma de “Y”. En este estuario también desembocan los ríos Gallegos y Chico, siendo el primero el de mayor caudal. El estuario se encuentra orientado de oeste a este, y su ancho máximo es de 6 km en la desembocadura, que ocurre entre los accidentes geográficos Punta Bustamante al Norte y Punta Loyola al Sur. Desde el punto de vista geomorfológico, Piccolo y Perillo (1997) lo clasifican como un estuario de ría, formado por la inundación del antiguo valle del río a través de los sedimentos terciarios del Patagónico. El fondo es de fango y canto rodado, con extensos bancos de arena que, dado el carácter macromareal de este sector de la costa, quedan al descubierto durante las mareas bajas. La batimetría del estuario está condicionada por estos depósitos, ubicándose las mayores profundidades, de unos 20 m, en el canal norte (Perillo et al. 1996). En la margen sur se distinguen antiguas planicies de

mareas y marismas (Codignotto 1990). Según la clasificación basada en su rango de mareas, es considerado un estuario de tipo macromareal (Piccolo y Perillo 1997). La amplitud de las mareas de cuadratura es de unos 5,5 m en promedio, en tanto que en mareas de sicigia es de unos 12 m (SHN 2014). Posee ambientes particulares debido a que exhibe una de las mayores amplitudes mareales del mundo; en su margen sur presenta extensas planicies intermareales de fango y arena, y predominio de marismas de *Sarcocornia perennis*. El estuario cumple un rol clave como área de alimentación y descanso para numerosas especies de aves neárticas (*Calidris fuscicollis*, *Limosa haemastica*, *Calidris canutus*, entre otras) y patagónicas (*Charadrius falklandicus*, *Haematopus leucopodus*, *Pluvianellus socialis*), albergando un porcentaje significativo de sus poblaciones biogeográficas (Ferrari et al. 2002, 2007; Lizarralde et al. 2010). De las poblaciones de organismos macrozoobentónicos del intermareal se destacan, por su alta densidad y biomasa los poliquetos y los moluscos bivalvos, principalmente la almeja *Darina solenoides* y el mejillón *Mytilus edulis platensis*, (Lizarralde y Pittaluga 2011), los que fueron identificados como ítems de presa clave para algunas de las especies de aves estudiadas (Ferrari et al. 2008; Lizarralde et al. 2010).

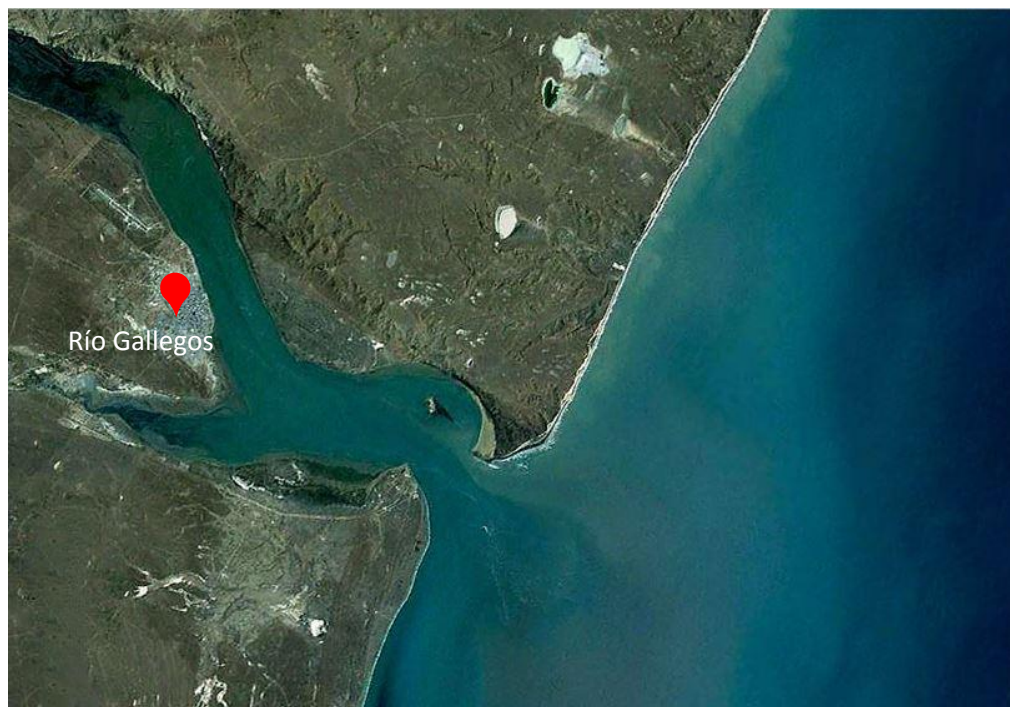


Figura 1. Vista satelital del estuario del río Gallegos. (Google Earth).

2.2. SITIOS DE MUESTREO:

Los muestreos se efectuaron en cuatro sitios del estuario, comprendidos en un tramo de 25 km aproximadamente. Los mismos fueron georreferenciados y denominados como: Sitio 1: Costanera; Sitio 2: Emisario; Sitio 3: Punta Loyola y Sitio 4: Punta Gancho. Los tres primeros se ubican sobre la margen sur del estuario, y el sitio 4 sobre la margen norte (Fig. 2).

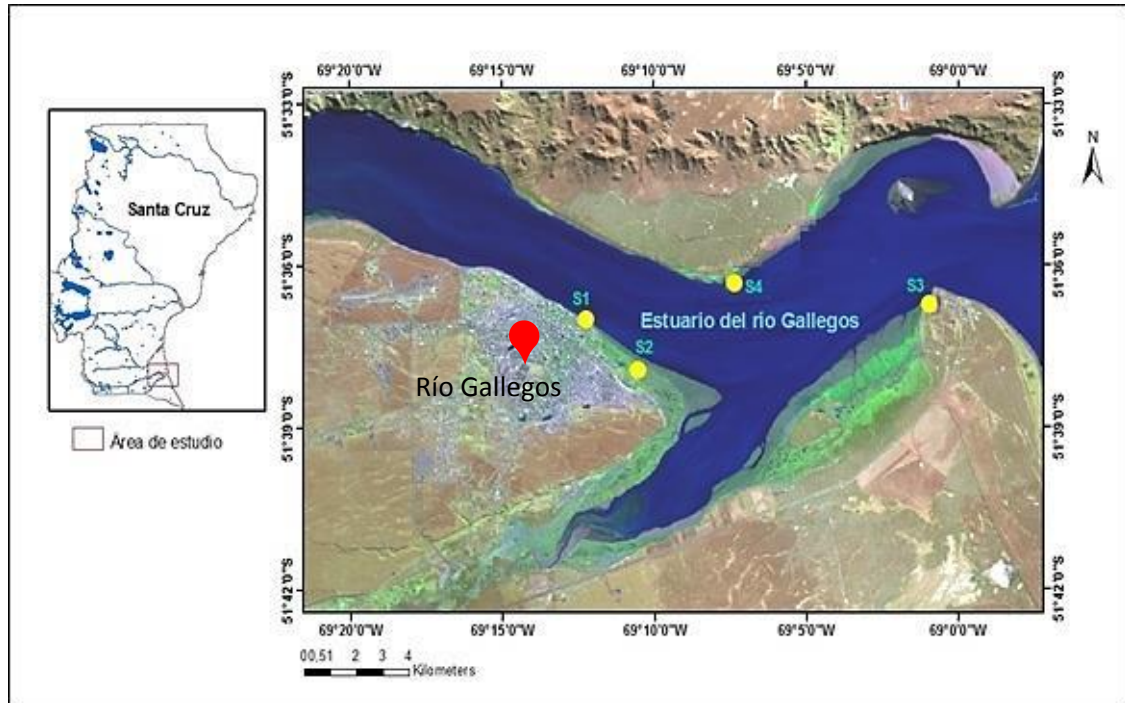


Figura 2. Área de estudio y ubicación de los sitios de muestreo: Sitio 1: Costanera; Sitio 2: Emisario; Sitio 3: Punta Loyola y Sitio 4: Punta Gancho.

2.2.1. SITIO 1. COSTANERA

El sitio Costanera (S1) se ubica sobre la margen sur del estuario ($51^{\circ}37'03''S$, $69^{\circ}11'51''O$) dentro del ejido urbano, adyacente a la ciudad (Fig. 3). En virtud de su ubicación es un área con gran actividad antrópica, ya que en la zona costanera se realizan actividades de esparcimiento, como caminatas, deportes, navegación y pesca deportiva. A escasos metros, se localiza el muelle carbonífero “El Turbio”, donde se efectúan operaciones para la descarga de combustibles destilados, y sobre la costa, cercanos al sitio de muestreo, se encuentran dos caños de vertidos de aguas pluvio-cloacales.



Figura 3. Vistas del sitio Costanera (S1). A: Vista general del ambiente intermareal, B: Muelle “El Turbio”.

2.2.2. SITIO 2: EMISARIO

El sitio de muestreo Emisario (S2) ($51^{\circ}37'24''\text{S}$; $69^{\circ}10'23''\text{O}$), se encuentra en el área de emplazamiento del emisario submarino, que vuelca los líquidos cloacales en el estuario (Fig. 4). Este fue puesto en funcionamiento en octubre de 2006, y de acuerdo a los datos publicados por la empresa KRAH America Latina S.A (2007), el mismo consta de 4 km de cañerías de polietileno. Posee un colector principal paralelo al borde costero, que vincula todas las salidas individuales existentes, con una estación elevadora de líquido crudo. Este último, mediante un sistema de bombeo traslada el líquido a una planta de tamices de desbaste. En esta planta se separan los sólidos por medio de agitadores mecánicos, previos al ingreso al estuario. El tramo de cañerías desde la planta al volcado fue diseñado para cubrir una extensión de 2,4 km, de los cuales los últimos 400 m. debían estar totalmente sumergidos. El área limita con el vaciadero municipal de la ciudad.

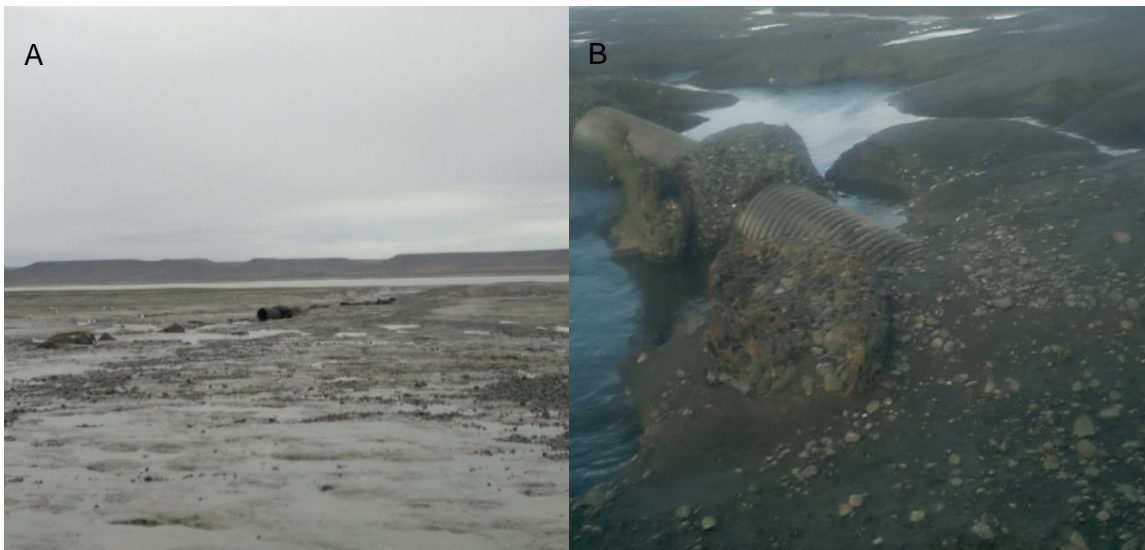


Figura 4. Vistas del sitio Emisario (S2). A: Ambiente intermareal, B: detalle del sistema de cañerías.

2.2.3. SITIO 3. PUNTA LOYOLA

El Sitio Punta Loyola (S3) ($51^{\circ}36'38''$; $69^{\circ}01'21''$) se localiza en la desembocadura del río Gallegos (Fig. 5). Cercano al lugar de muestreo se emplaza el muelle Presidente Illia, que presenta una intensa actividad carbonífera y petrolera. En sus proximidades existen instalaciones de almacenamiento de petróleo y carbón mineral. La actividad pesquera artesanal nuclea un pequeño asentamiento casi permanente sobre la costa.

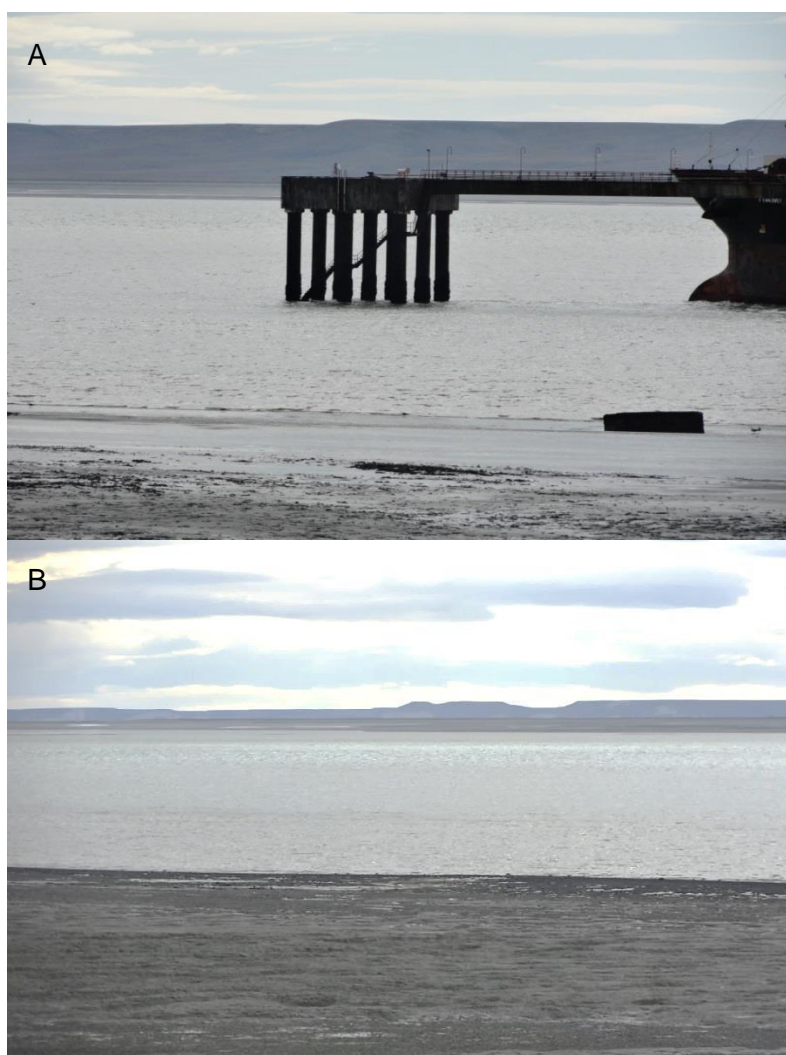


Figura 5. Vistas del Sitio Punta Loyola (S3). A: Muelle Pdte. Illia, B: ambiente intermareal.

2.2.4. SITIO 4. PUNTA GANCHO

El Sitio denominado Punta Gancho (S4) ($51^{\circ}36'16''$, $69^{\circ}07'10''$) se encuentra ubicado sobre la margen norte del estuario y a 11 kilómetros al noreste de la ciudad de Río Gallegos. El sitio es parte fundamental de la Bahía Gallegos, limita hacia el este con Punta Bustamante, sobre la desembocadura del estuario del río Gallegos. A diferencia de la geomorfología predominante sobre este sector, que posee acantilados de 80 a 120 m de altura, esta costa es baja y con sedimentos arenosos. Durante bajamar es posible distinguir una extensa planicie intermareal que supera los 2000 metros de ancho.

Es un sitio con escasa o nula actividad humana, visitado ocasionalmente por pescadores deportivos.



Figura 6. Vista Sitio Punta Gancho (S4): Ambiente intermareal.

2.3. Muestreos de la macrofauna

Los muestreos se realizaron de manera estacional, desde marzo de 2012 a febrero de 2013, en los ambientes intermareal y submareal de los sitios seleccionados, siguiendo una transecta perpendicular a la línea de la costa.

En el ambiente intermareal y durante la baja mar, se colectaron cinco muestras por nivel de mareas, en tres niveles (NI a NIII) separados aproximadamente 500 metros entre sí, empleando un tubo (“core sampler”) de 10 cm de diámetro enterrado 25 cm en el sedimento (fig. 7). El NI se localizó en el nivel superior, el NII en el intermareal medio y el NIII en el nivel más bajo del intermareal.

El NIV se ubicó en el nivel submareal, y las muestras se colectaron en marea media desde una embarcación empleando una draga tipo Ponar Grab 316 de 15 x 15 cm (Zaixso 2002).

La profundidad de muestreo varió entre 6 y 7 metros. (Fig. 8 y 9).



Figura 7. Muestreador para macrofauna, empleado en la zona intermareal.



Figura 8. Embarcación empleada para el muestreo submareal.



Figura 9. Draga tipo Ponar empleada para el muestreo submareal.

Las muestras fueron rotuladas y conservadas en formol al 5 % para posterior análisis en el laboratorio, donde las muestras fueron tamizadas empleando un tamiz de 500 μ de abertura de malla. Posteriormente, se procedió a la identificación de la macrofauna

retenida hasta el nivel taxonómico más bajo posible, y se contabilizó el número de individuos de cada especie.

2.4 Muestreo del sedimento

En el ambiente intermareal, para cada sitio y nivel de muestreo, se recolectaron dos muestras para el análisis de la granulometría de los sedimentos, y dos para el contenido de materia orgánica, empleando un cilindro de plexiglás de 4 cm de diámetro. En el ambiente sublitoral, de cada draga se tomaron las muestras correspondientes para las determinaciones de granulometría y materia orgánica.

Para el análisis de granulometría las muestras de sedimento fueron secadas en estufa a 100 °C hasta peso constante, pesadas y luego separadas por tamizado en húmedo en siete fracciones correspondientes a las siguientes aberturas de malla en milímetros (entre paréntesis se señalan los valores correspondientes en la escala de Wentworth (ϕ): 4,00 (-2); 2,00 (-1); 1,00 (0); 0,50 (1); 0,25 (2); 0,125 (3); 0,0625 (4). Cada una de las fracciones obtenidas fueron secadas y pesadas; la fracción de sedimentos finos (menores de 0,0625 mm de diámetro) se estimó por diferencia de pesos (Gray et al. 1992). Los valores obtenidos fueron expresados como porcentajes.

El contenido de materia orgánica de los sedimentos fue determinado como pérdida por ignición. Cada muestra se secó en estufa a 100°C durante 24 hs y posteriormente se calcinó en mufla a 600°C durante 5 horas (Schulte y Hopkins 1996). Los resultados se expresaron como porcentaje.

2.5 Muestreo de parámetros físico-químicos

En los mismos sitios se midieron los siguientes parámetros físico-químicos: salinidad, temperatura, pH, turbidez y oxígeno disuelto empleando una sonda multiparamétrica OAKTON PCD 650; (Fig. 10) y se obtuvo la muestra de agua para posterior medición de nitratos, nitritos, amonio y fosfatos. Las mismas se analizaron en el laboratorio mediante análisis colorimétrico empleando un Espectrofotómetro marca Metrolab. La metodología es la propuesta por Strickland y Parsons (1972).



Figura 10. Registro de parámetros ambientales en el ambiente submareal.

2.6 Calculo de índices ecológicos

Para describir y comparar la estructura comunitaria a partir de la información de la abundancia de especies se calculó la dominancia relativa, la riqueza de especies, el índice de diversidad específica de Shannon-Wiener, utilizando el logaritmo en base 2 (Magurran 1988) y la equitatividad con el índice de Pielou (1975).

La dominancia (D) se calculó como:

$$D = (n/N) \times 100$$

Siendo n = número total de individuos de la especie considerada; N = número total de individuos de todas las especies (Mazé et al. 1990).

El índice de Shannon-Wiener se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Donde $p_i = n_i/N$, y n_i = número de individuos de la i ésima especie y N = número total de individuos.

La riqueza específica (S) fue calculada como el número total de especies presentes en las muestras.

La equitatividad de Pielou, que representa la uniformidad en la distribución numérica entre las diferentes especies del conjunto estudiado en cada período de muestreo, se calculó con la siguiente fórmula:

$$J' = H' / \ln S$$

Donde S es el número máximo de especies en la muestra y H' es el índice de Shannon – Wiener.

2.7. Análisis estadístico univariado y multivariado

Con la finalidad de analizar la estructura de la comunidad bentónica, su distribución espacial y la asociación de las diferentes especies en relación a los parámetros ambientales, se emplearon diferentes métodos univariados y multivariados. Para ello se utilizaron los programas estadísticos Infostat (Di Rienzo et al. 2008), PRIMER V6 (Clarke y Gorley 2006) y CANOCO V.3.1. (Ter Braak y Simelauer 1998). Para el análisis de la distribución vertical de las especies en cada sitio, se empleó la estación de muestreo correspondiente a otoño. La misma se seleccionó por presentar la mayor abundancia y la mayor frecuencia de ocurrencia de especies.

Para determinar si existían diferencias significativas en la abundancia, la diversidad, la equitatividad y la riqueza de especies se aplicó análisis de varianza (ANOVA) o la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis cuando los valores de las variables no fueron posibles de normalizar u homogenizar (Zar 1996).

Se aplicaron las técnicas multivariadas de agrupamiento (análisis de clúster) y de ordenamiento (escalamiento multidimensional no paramétrico o MDS) con el objetivo de evaluar la similitud/disimilitud en la composición de la comunidad entre los sitios y niveles de muestreo, ambos basados en el índice de similitud de Bray Curtis (Bray y Curtis 1957), previa transformación raíz cuarta de los datos. El MDS muestra visualmente las similitudes en la composición de las muestras. Para determinar las diferencias estadísticas en la composición específica entre los diferentes sitios/niveles de muestreo, se empleó la rutina ANOSIM (“*analysis of similarities*”) con un nivel de significancia $p < 0,05$. La significancia en la formación de los grupos de asociaciones en el dendrograma se determinó con la prueba SIMPROF (“*similarity profile*”) (Clarke et al, 2008). Para evaluar el porcentaje de contribución de las diferentes especies a la similitud/disimilitud entre los sitios y niveles de muestreo, se empleó el módulo SIMPER (“*similarity percentages*”).

Para conocer las variables ambientales que más influencia tienen sobre la estructura de la comunidad, se correlacionó la matriz de abundancia de macroinvertebrados con la matriz de las variables ambientales (parámetros físico-químicos y sedimentológicos) aplicando la rutina de análisis BIO-ENV del paquete estadístico PRIMER.

Finalmente, se realizó un Análisis canónico de correspondencias (CCA) mediante el programa Canoco, para determinar la relación entre las especies macro bentónicas presentes en el área y los parámetros ambientales analizados.

3. RESULTADOS

3.1. CARACTERIZACIÓN AMBIENTAL

3.1.1. Parámetros físico-químicos

Los valores medios estacionales de temperatura (T °C), salinidad (S), oxígeno disuelto (OD), pH y Turbidez (Tbz) y las concentraciones de amonio (NH_4), nitratos (NO_3), nitritos (NO_2) y fosfatos (PO_4) para todos los sitios de muestreo, se presentan en la Tabla 1.

La temperatura superficial del agua registró un valor medio anual de 9,8 °C, con una temperatura mínima de 2,8 °C y un valor máximo de 15,3 °C.

La salinidad varió entre 31,7 ups en la desembocadura del estuario (S3) y 29,2- 29,7 ups hacia el interior del mismo (S2 y S1, respectivamente).

Los valores de pH oscilaron entre 7,3 y 8,7, registrándose el valor medio más bajo para el S4 y los valores medios más altos en S1 y S2, más próximos a la ciudad.

Los niveles de oxígeno disuelto fluctuaron entre 9,12 mg/l y 13,42 mg/l.

Los valores máximos de turbidez fueron registrados para el Emisario (S2) durante el otoño y Punta Loyola (S3), durante la estación de verano.

Las concentraciones de los nutrientes inorgánicos del nitrógeno variaron entre 0,002-0,07 mg/l para nitritos y 0,1-1,5 mg/l para nitratos. El amonio fue constante para todos los sitios de muestreo presentando valores menores a 0,05 mg/l.

El fosfato presentó valores menores a 0,21 mg/l a excepción del Emisario (S2) durante los meses de otoño, donde se registró un valor de 1,01 mg/l.

Tabla 1. Variación estacional de los parámetros físico-químicos registrados en cada uno de los sitios de muestreo.

	NH₄ (mg/l)	NO₂ (mg/l)	NO₃ (mg/l)	PO₄ (mg/l)	Sal (ups)	pH	OD (mg/l)	T (°C)	Tbz (UTN)
Sitio 1 Costanera									
Otoño	<0,05	0,002	0,20	0,05	29,9	8,1	11,29	9,5	48
Invierno	<0,05	0,017	0,15	0,15	30,8	7,4	12,78	3,9	56
Primavera	<0,05	0,003	0,40	0,02	29,8	7,6	11,40	14,1	38
Verano	<0,05	0,016	0,40	0,02	29,7	8,7	9,43	11,8	85
Sitio 2 Emisario									
Otoño	<0,05	0,041	1,50	1,01	29,9	7,8	11,32	9,3	110
Invierno	<0,05	0,013	0,10	0,17	31,2	7,5	10,30	3,5	65
Primavera	<0,05	0,004	0,50	0,13	29,4	7,6	10,30	14	70
Verano	<0,05	0,012	0,40	0,02	29,2	8,2	10,78	12	125
Sitio 3 Punta Loyola									
Otoño	<0,05	0,004	0,10	0,01	31,7	7,5	11,02	8,9	80
Invierno	<0,05	0,070	0,10	0,16	31,4	7,7	13,42	2,8	80
Primavera	<0,05	0,008	0,40	0,02	30,7	7,5	9,12	15,3	60
Verano	<0,05	0,007	0,30	0,02	30,9	8,0	10,31	14	110
Sitio 4 Punta Gancho									
Otoño	<0,05	0,021	0,50	0,16	30,5	7,8	11,55	9	65
Invierno	<0,05	0,015	0,30	0,21	31,5	7,3	13,40	2,8	60
Primavera	<0,05	0,011	0,40	0,14	30,3	7,7	10,82	15	40
Verano	<0,05	0,022	0,50	0,14	29,9	8,0	10,75	12	75

3.1.2. Caracterización granulométrica de los sedimentos

El análisis de la composición granulométrica de todos los sitios en conjunto, mostró que los sedimentos se caracterizan por un alto porcentaje (más del 61%) de sedimentos finos (limos- arcillas y arenas muy finas). El sitio Punta Gancho (S4) registró la mayor proporción de arenas (medias y finas) (Fig. 11).

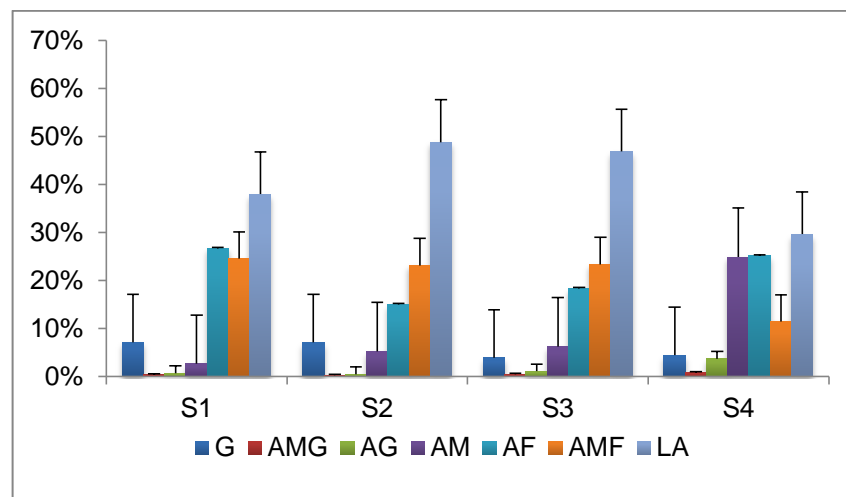


Figura 11. Composición granulométrica de los sedimentos (promedio \pm desvío estándar) por sitios. G: gravas, AMG: arenas muy gruesas, AG: arenas gruesas, AM: arenas medias, AF: arenas finas, AMF: arenas muy finas, LA: limos-arcillas.

3.1.2.1. Costanera (S1)

El sedimento del intermareal de Costanera (niveles NI a NIII) se caracteriza por altos porcentajes de las fracciones más finas (limos-arcillas y arenas muy finas) (Fig. 12). El porcentaje más elevado de limos-arcillas se registró en el nivel intermareal más alto (NI) y fue decreciendo hacia los niveles más bajos (NI y NII), en los cuales aumenta la proporción de arenas. En el nivel submareal (IV) dominan las fracciones finas, aunque se registra un aumento de la proporción de gravas.

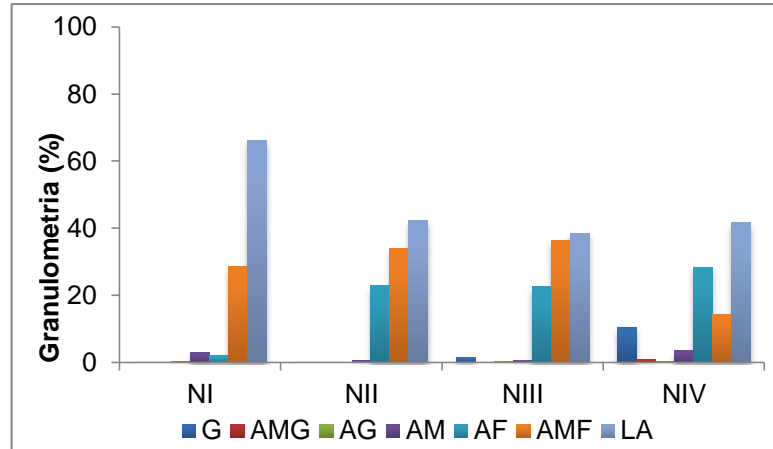


Figura 12. Composición granulométrica del sedimento de Costanera (S1). G: gravas, AMG: arenas muy gruesas, AG: arenas gruesas, AM: arenas medias, AF: arenas finas, AMF: arenas muy finas, LA: limos-arcillas.

3.1.2. 2. Emisario (S2)

El intermareal de Emisario se caracteriza por poseer un sedimento preponderantemente limo-arcilloso (53-73%). En el nivel submareal (NIV) las fracciones arenas medias y arenas finas representan más del 70% (Fig. 13).

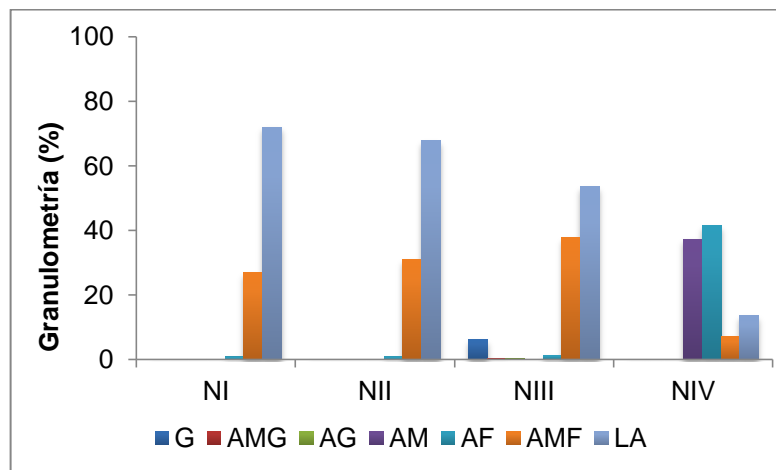


Figura 13. Composición granulométrica del sedimento de Emisario (S2). G: gravas; AMG: arenas muy gruesas, AG: arenas gruesas; AM: arenas medias; AF: arenas finas; AMF: arenas muy finas; LA: limos-arcillas.

3.1.2. 3. Loyola (S3).

El sedimento del intermareal de Punta Loyola (S3) se caracteriza por la predominancia de sedimentos finos (limos arcillas y arenas muy finas) con porcentajes mayores al 24%. En el submareal (NIV) aumenta la proporción de limos-arcillas (63%) (Fig. 14).

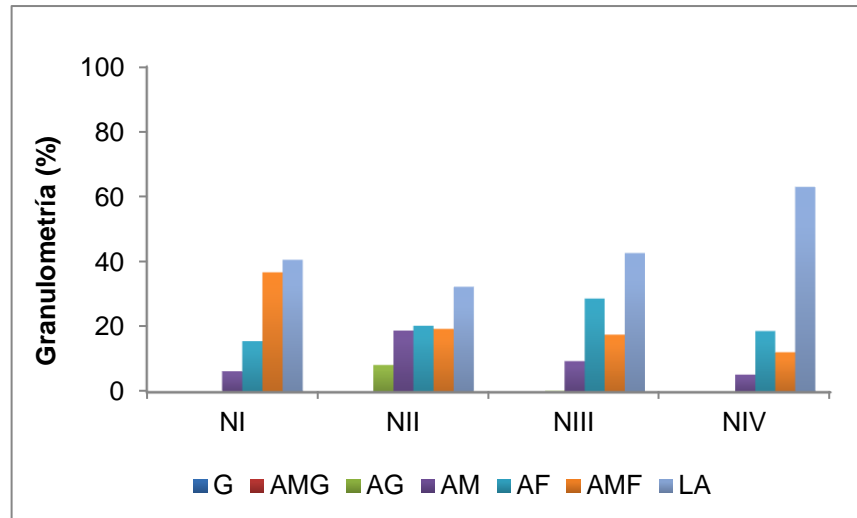


Figura 14. Composición granulométrica del sedimento de Punta Loyola (S3). G: gravas; AMG: arenas muy gruesas, AG: arenas gruesas; AM: arenas Medias; AF: arenas finas; AMF: arenas muy finas; LA: limos-arcillas.

3.1.2.4. Punta Gancho (S4).

El sitio Punta Gancho se caracterizó por poseer sedimentos de fracciones finas con predominancia de arenas medias (39,68%), arenas finas (39, 62%) y limo-arcillas (34%), los que se localizan principalmente en los niveles I a III. En el NIV el tamaño del sedimento predominante fueron las gravas (35%) (Fig. 15).

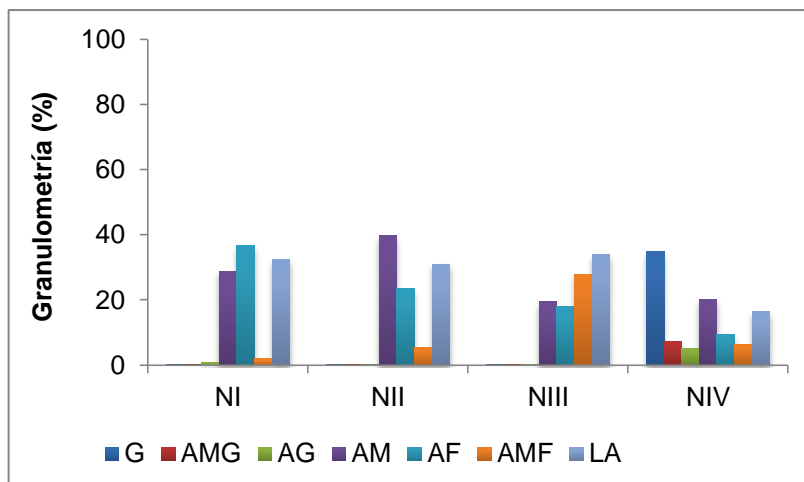


Figura 15. Composición granulométrica del sedimento de Punta Gancho (S4). G: gravas; AMG: arenas muy gruesas, AG: arenas gruesas; AM: arenas medias; AF: arenas finas; AMF: arenas muy finas; LA: limos-arcillas.

3.1.3. Contenido de materia orgánica de los sedimentos

Los valores promedio de materia orgánica en los sedimentos fluctuaron dentro del intervalo de 1,33 y 4,95% (Fig. 16), siendo el Emisario (S2) el sitio que presentó los porcentajes más altos en todas las épocas del año.

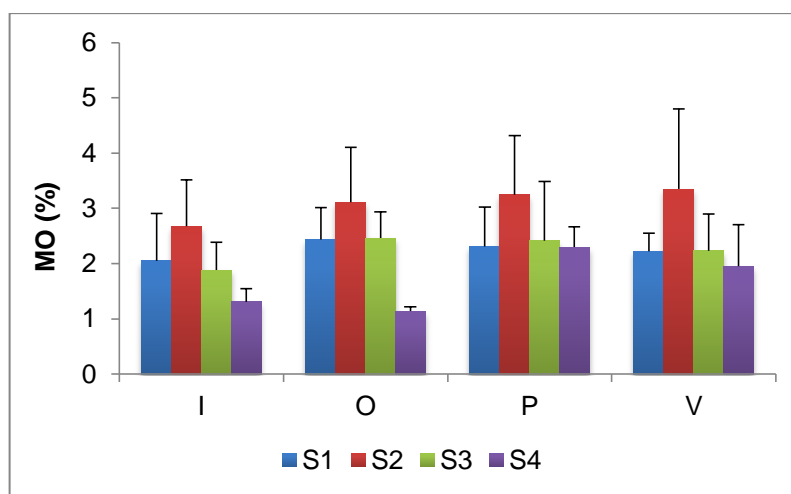


Figura 16. Porcentaje estacional de materia orgánica para los diferentes sitios.

En Costanera (S1), el contenido de materia orgánica en los sedimentos varió entre 1,44 a 3,30 %, registrándose el mayor porcentaje en el nivel más alto (NI) disminuyendo hacia los niveles inferiores (Fig. 17).

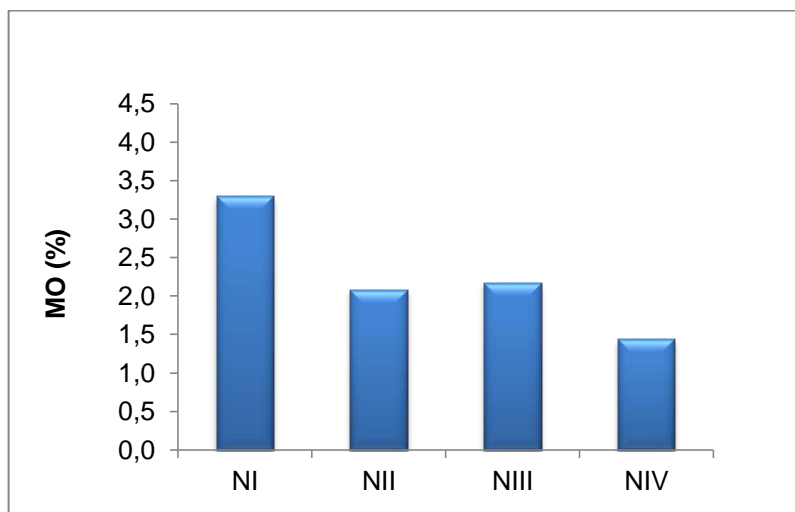


Figura 17. Sitio Costanera (S1). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.

En el Emisario (S2) el porcentaje de materia orgánica alcanzó su valor máximo (4,11%) en el nivel inferior del intermareal (NIII) y el valor más bajo en el nivel submareal (NIV) (Fig. 18).

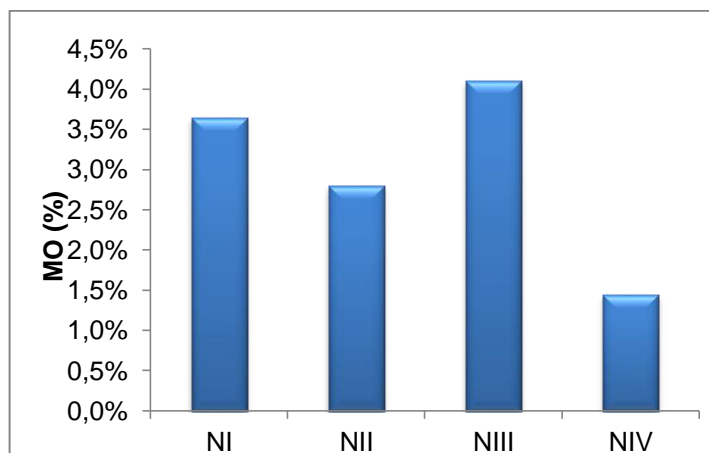


Figura 18. Sitio Emisario (S2). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.

En Punta Loyola (S3), el valor más alto (3,38%) se registró en el Nivel I, disminuyendo hacia los niveles inferiores (Fig. 19).

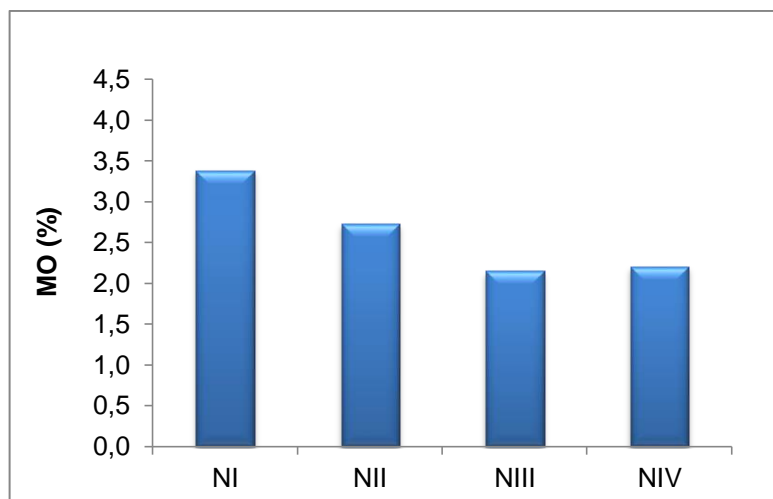


Figura 19. Sitio Punta Loyola (S3). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.

En Punta Gancho (S4), el contenido de materia orgánica máximo fue de 1,2% en el nivel II (Fig. 20).

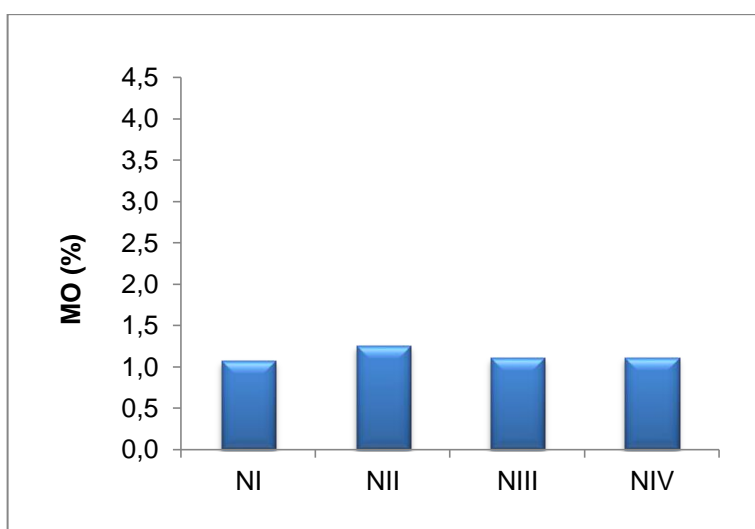


Figura 20. Sitio Punta Gancho (S4). Contenido de materia orgánica (%) del sedimento.

3.2. LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS BENTÓNICOS.

3.2.1. Composición general de la comunidad

Se identificaron 35 especies de macroinvertebrados bentónicos. Considerando el total de los individuos recolectados en los cuatro sitios del estuario, y durante todo el período de muestreo, los poliquetos fueron el grupo más abundante (91%), seguido por los bivalvos (4,1%) y los anfípodos (3,5%). Los gasterópodos, cumáceos, nemertinos, priapúlidos, sipuncúlidos y acáridos representaron en conjunto menos del 1% del total de los individuos (Fig. 21).

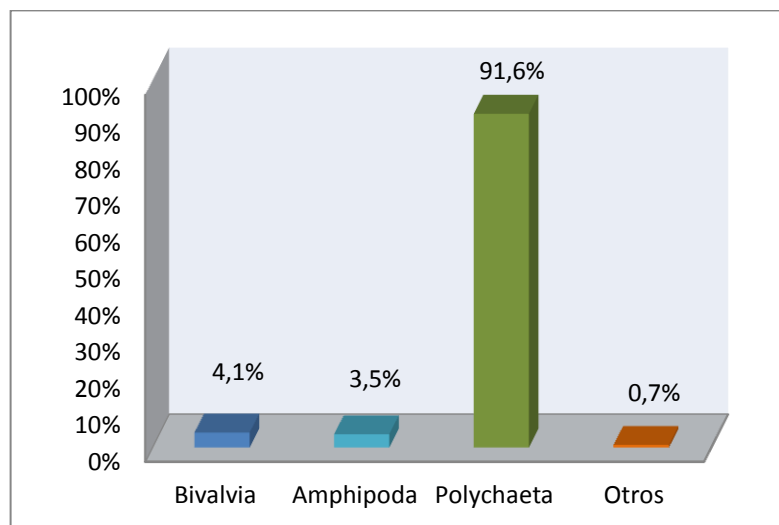


Figura 21. Abundancia total de individuos del macrobentos (%) recolectados en el estuario del río Gallegos.

Los poliquetos estuvieron representados por 13 especies y los bivalvos por 7. Se registraron 5 especies de anfípodos, 3 especies de isópodos y 2 especies de gasterópodos. La curva de acumulación de especies permite mostrar que no existieron sesgos severos en las estimaciones de abundancia y riqueza de especies y que el esfuerzo de muestreo realizado fue el adecuado (Tabla 2 y Fig. 22).

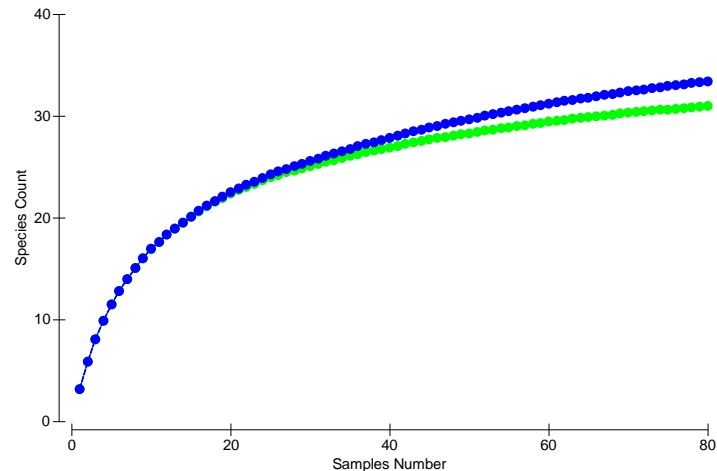


Figura 22. Curva de acumulación de especies para los macroinvertebrados bentónicos en el área de estudio. La línea verde representa la riqueza observada (Mao Tau) y la línea azul la riqueza esperada (Boostrap).

La abundancia de organismos bentónicos en el estuario fue en promedio de 427 ind/m^2 (\pm desviación típica = $660,88$). Se registraron diferencias significativas entre el S1 respecto de los otros sitios. (Fig. 25). La mayor abundancia se registró en Costanera (S1) (1569 ind/m^2 ; \pm desviación típica= $1502,74$); mientras que la menor abundancia, fue registrada para el Emisario (S2) ($38,99 \text{ ind/m}^2$; \pm desviación típica = $26,45$).

La diversidad y la equitatividad mostraron diferencias significativas entre el S1 respecto de los otros sitios. El índice de diversidad reflejó sus valores mínimos ($0,36$) para Costanera (S1) y su valor máximo ($2,22$) para Punta Loyola (S3). La equitatividad muestra sus valores mínimos para el S1 con $0,10$ y sus valores máximos con $0,72$ para el S4. La riqueza de especie mostró diferencias significativas para el S1 (mayor riqueza) en relación al S2 y S4 (Fig. 23).

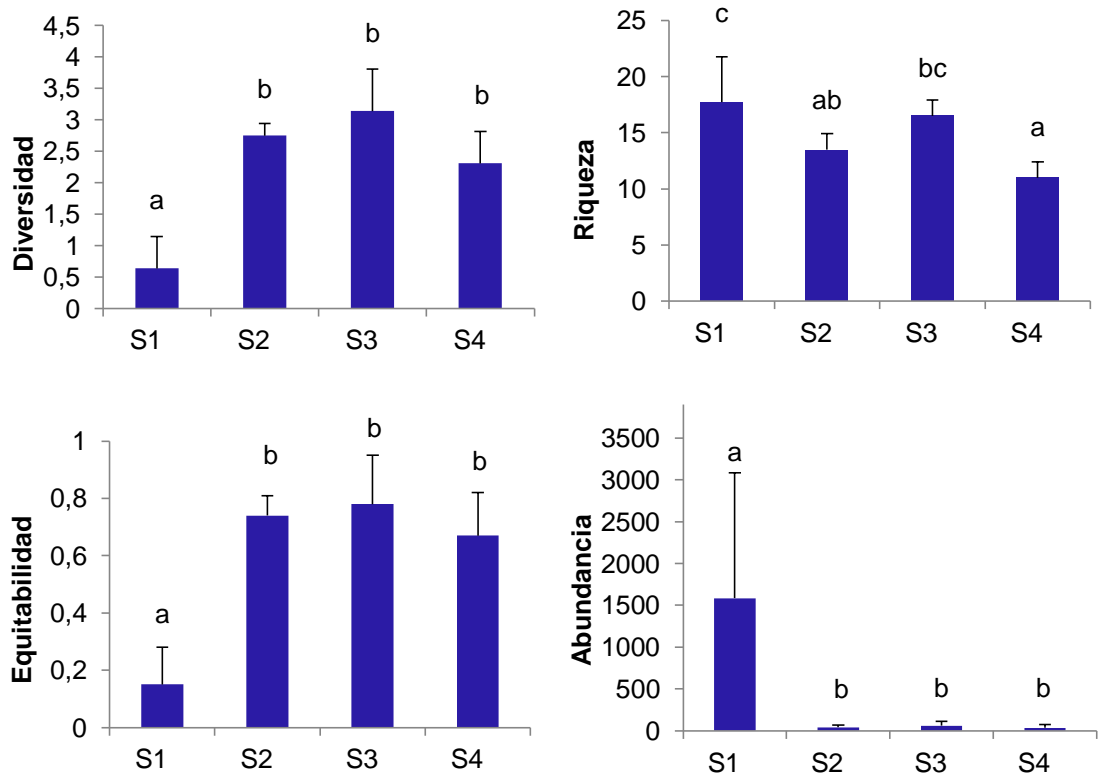


Figura 23. Promedio (\pm desviación típica) para los índices calculados por sitio. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test de Kruskal-Wallis $p > 0,05$).

Respecto de la abundancia de las especies bentónicas por sitio (Tabla 2), para todo el periodo de muestreo, se observa que un bajo número de especies superan el 5%. En Costanera (S1) *Fabricinuda* sp. fue dominante (93,0%) seguido por *Scolecopides uncinatus* y *Notocirrus lorum* que en conjunto representan un 3%. Para el Emisario (S2) *Kinbergonuphis dorsalis*, *Mysella patagona*, *Glycinde armata* y *Eteone sculpta* representaron en conjunto el 61% de la abundancia total. *Ampelisca* sp, *Eteone sculpta* y *Mytilus edulis platensis* fueron los organismos dominantes para Punta Loyola (S3) (58%); y para Punta Gancho (S4), *Kinbergonuphis dorsalis*, *Darina solenoides*, *Notocirrus lorum*, *Aglaophamus praetiosus* y *Scoloplos (leodamas) cirratus* contribuyeron con el 75% del total de organismos.

Tabla 2. Grado de dominancia (%) de los organismos bentónicos presentes en los sitios de muestreo. (S1: Costanera; S2: Emisario; S3: Punta Loyola y S4: Punta Gancho).

Taxón	Especie	Sitios			
		S1	S2	S3	S4
Polychaeta	<i>Fabricinuda</i> sp	93,0	0	0	0
	<i>Ophioglycera eximia</i>	0,03	0,04	0	0
	<i>Lumbrineris cingulata</i>	0,32	0,98	4,75	1,85
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	0,99	23,49	4,18	5,97
	<i>Notocirrus lorum</i>	1,46	4,81	4,41	14,03
	<i>Scolecopides uncinatus</i>	1,50	4,54	2,12	0
	<i>Eteone sculpta</i>	0,32	8,85	6,95	4,69
	<i>Glycinde armata</i>	0,40	10,25	1,98	3,43
	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	0,05	0,85	4,66	8,71
	<i>Hemipodus patagonicus</i>	0,08	0	0,85	0,58
	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	0	4,47	0,76	8,66
	<i>Clymenella minor</i>	0	4,12	0	0
	<i>Travisia</i> sp	0,02	0	0	0
Gasterópoda	<i>Natica falklandica</i>	0,03	0,75	0,92	0,85
	<i>Trophon geversianus</i>	0,01	0	0,37	0
Bivalvia	<i>Darina solenoides</i>	0,41	4,85	3,69	43,6
	<i>Mytilus edulis platensis</i>	0,09	0,62	5,62	0
	<i>Mysella patagona</i>	0	18,69	4,57	0
	<i>Malletia cumingii</i>	0,23	0	1,86	0
	<i>Sphenia hatcheri</i>	0,30	0	0	0
	Bivalvo indet.	0,03	0	0	0
	<i>Perumytilus purpuratus</i>	0,06	0	0	0
Isópoda	<i>Macrochiridothea michaelsoni</i>	0,02	0,62	0	0
	<i>Serolis cornuta</i>	0,01	0	0	0,10
	<i>Edotia tuberculata</i>	0,04	0,89	1,62	1,18
Amphipoda	<i>Thyphosella schellenbergi</i>	0	0	1,27	0
	<i>Apohyale</i> sp	0,04	0,97	0	0
	<i>Jassa</i> sp	0,47	0	0	0,19
	<i>Ampelisca</i> sp	0,02	4,62	45,26	4,87
	<i>Monoculopsis vallentini</i>	0	0	1,78	0
Cumácea	Cumacea ind	0,03	0	0	0,43
Nemertina	Nemertina ind	0,01	0,32	0,42	0
Priapulida	<i>Priapulid</i> sp	0,02	0	0,42	0,57
Sipuncúlida	<i>Sipunculus</i> sp	0	0,12	0,42	0
Acárida	Halocarida ind	0,03	2,30	1,10	0

El análisis estadístico de las abundancias indicó que existen diferencias significativas para *S.(leodamas)cirratus* (F=2,65; p= 0,0001), *N. lorum* (F=1,22; p=0,0001), *Ampelisca* sp (F=5,89; p=0,0006), *S. uncinatus* (F=10,14; p=<0,0001), *A. praetiosus* (F=5,81; p=0,0007) y *M. patagona* (F=7,25;p=0,0001), entre los diferentes sitios (Fig. 24). El análisis estadístico para *Fabricinuda* sp no se incluye, ya que este poliqueto solo estuvo presente en el Nivel III de Costanera (S1). (Fig. 3).

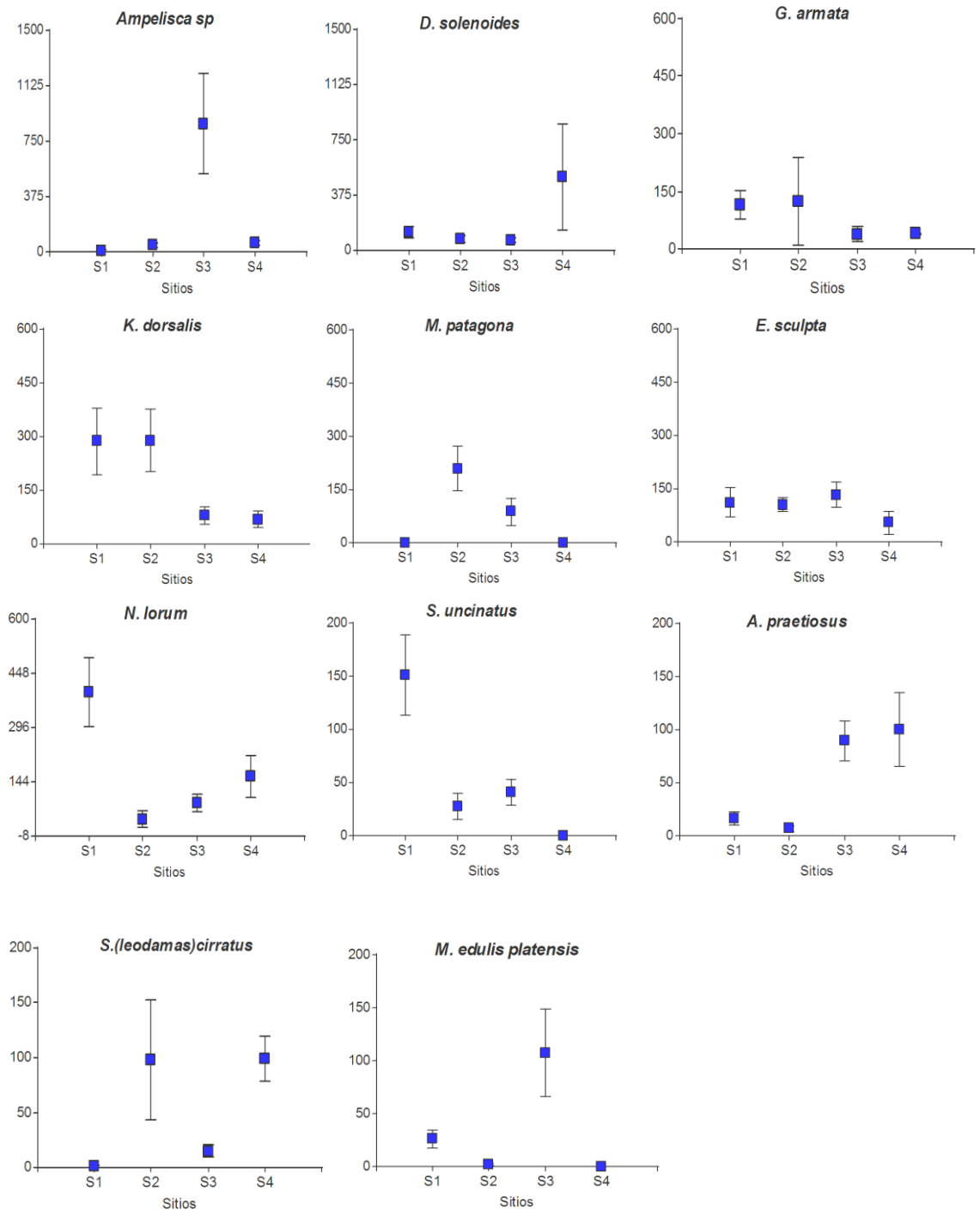


Figura 24. Abundancia promedio (individuos/m²) de los organismos dominantes por sitios de muestreo.

3.2.2. Variación temporal de la comunidad

La abundancia de organismos varió a lo largo del año, en todos los sitios. El valor máximo se registró en primavera en Costanera (S1) (3563 ind/m²) debido principalmente a la gran cantidad de poliquetos (*Fabricinuda* sp), y el mínimo para Emisario (S2) en otoño (14 ind/m²). En Emisario, Loyola y Punta Gancho las mayores abundancias fueron encontradas durante el verano; las menores no siguieron un patrón estacional definido (Fig. 25).

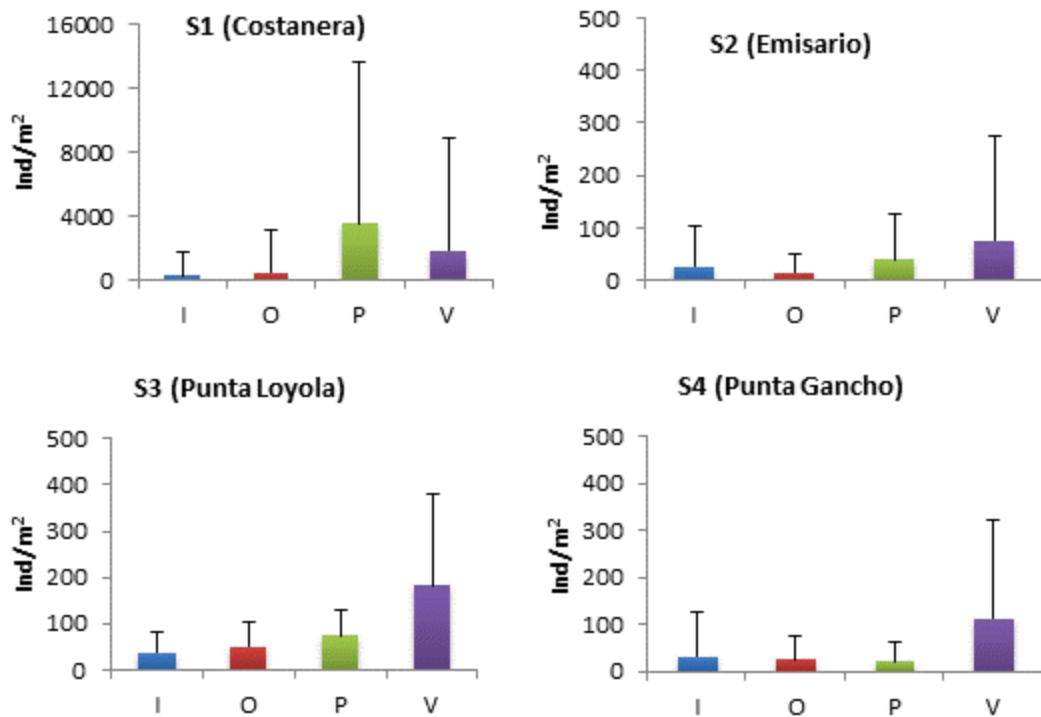


Figura 25. Abundancia de organismos bentónicos, por sitios y estación del año. I: invierno, O: otoño, P: primavera y V: verano.

Las especies dominantes estuvieron presentes en todas las estaciones del año y la mayoría de ellas registraron sus abundancias máximas en verano (*L. cingulata*, *S. uncinatus*, *D. solenoides*, *G. armata*, *M. edulis platensis*, *Ampelisca* sp y *M. patagona*) (Fig. 26).

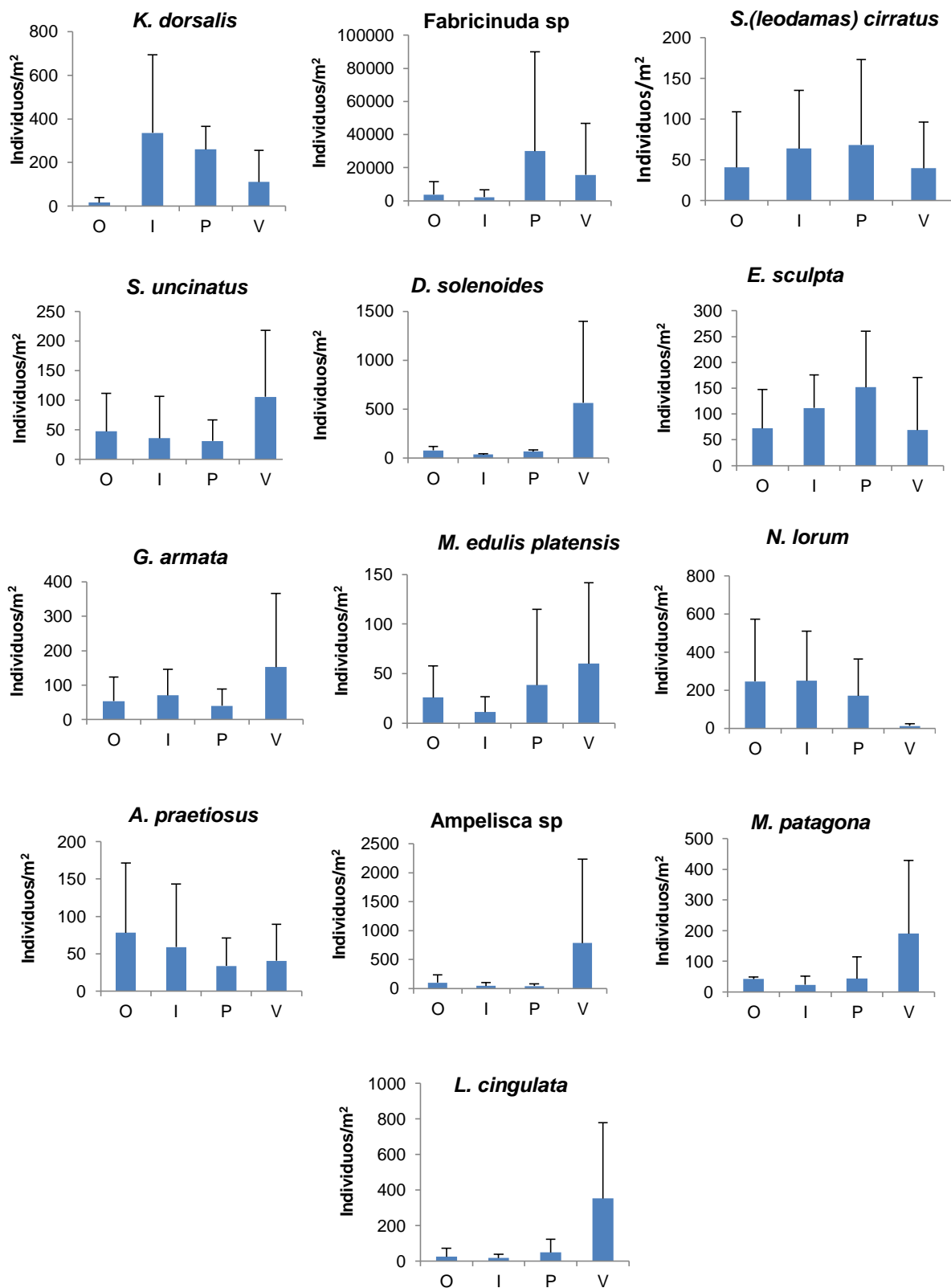


Figura 26. Variación estacional de la abundancia de las especies bentónicas dominantes.

3.2.3. Variación espacial de la comunidad

Los análisis de agrupamiento (Fig. 27) y de ordenamiento en MDS (Fig. 28), realizados sobre los datos de abundancia de los organismos, definieron la formación de diferentes agrupamientos de muestras según distintos niveles de similitud. Según un nivel de similitud del 45% se identificaron dos agrupamientos, que incluyen los diferentes sitios de muestreo en el estuario. El Grupo A está formado por las muestras del sitio Costanera (S1) y el Grupo B definido por las muestras de los sitios Emisario (S2), Punta Loyola (S3) y Punta Gancho (S4). Estos resultados fueron corroborados por la prueba SIMPROF.

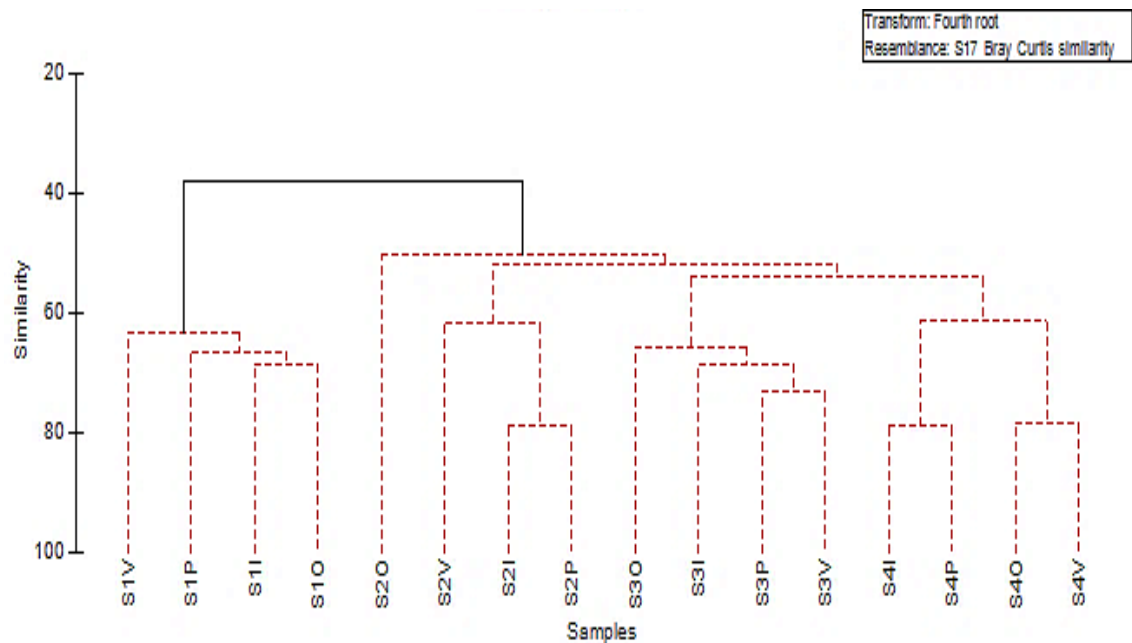


Figura 27. DENDOGRAMA para los sitios de muestreo en función de la abundancia de organismos bentónicos.

El análisis SIMPER permitió identificar las especies que contribuyen a la similitud de cada uno de los grupos conformados (Tabla 3).

Las especies con mayor contribución a la formación del grupo A fueron *Fabricinuda* sp, *Notocirrus lorum* y *Scolecopides uncinatus*. Las especies *D. solenoides*, *Ampelisca* sp, *N. lorum*, *S. (leodamas) cirratus*, *Eteone sculpta* y *Aglaophamus praetiosus* aportaron el 60% a la similitud entre las muestras del grupo B.

Fabricinuda sp. fue la especie que más contribuyó a la disimilitud entre grupos (27,87%).

Tabla 3. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos A y B. AP=abundancia promedio (datos transformados por raíz cuarta); SP=similitud promedio; DE=desviación estándar; CP=contribución (%); PA=porcentaje acumulado.

Grupos	Especies	AP	SP	DE	CP	PA
Grupo A Similitud 68, 57%	<i>Fabricinuda</i> sp	13,81	19,15	5,16	29,98	29,98
	<i>Notocirrus lorum</i>	4,12	5,89	2,44	9,22	39,20
	<i>Scolecopides uncinatus</i>	3,32	5,13	20,31	8,04	47,24
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	3,66	4,99	4,27	7,82	55,05
	<i>Darina solenoides</i>	3,18	4,67	7,13	7,31	62,36
	<i>Glycinde armata</i>	3,08	4,54	2,86	7,12	69,48
	<i>Sphenia hatcheri</i>	2,93	4,40	10,77	6,89	76,37
	<i>Jassa</i> sp	2,96	3,96	7,63	6,21	82,57
	<i>Eteone sculpta</i>	2,86	3,79	2,51	5,94	88,51
	<i>Mytilus edulis platensis</i>	1,74	1,63	0,91	2,56	91,07
Grupo B Similitud: 55,68%	<i>Darina solenoides</i>	3,09	7,40	6,00	13,28	13,28
	<i>Ampelisca</i> sp	3,03	5,85	2,01	10,51	23,79
	<i>Notocirrus lorum</i>	2,53	5,42	2,01	9,73	33,52
	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	2,43	5,15	1,60	9,24	42,77
	<i>Eteone sculpta</i>	2,59	5,06	1,32	9,09	51,86
	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	2,30	4,53	1,34	8,14	59,99
	<i>Glycinde armata</i>	2,19	4,20	1,37	7,54	67,53
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	2,60	4,18	0,98	7,50	75,03
	<i>Edotia tuberculata</i>	1,83	3,99	2,07	7,16	82,20
	<i>Mysella patagona</i>	1,94	2,23	0,65	4,01	86,21
<i>Lumbrineris cingulata</i>	1,71	1,61	0,53	2,89	89,10	
<i>Halocarida</i> ind	1,17	1,22	0,53	2,18	91,28	

Según un nivel de similitud del 60%, en el Grupo B de muestras pueden ser claramente identificados tres subgrupos (Test ANOSIM R Global = 0,856; p=0,001): G1 que se

corresponde con las muestras de Emisario (S2); G2 integrado por las muestras de Punta Loyola (S3) y G3 que incluye las muestras del sitio Punta Gancho (S4).

El análisis SIMPER permitió identificar las especies que contribuyen a la similitud de los diferentes grupos (Tabla 4). *Mysella patagona*, *Kinbergonuphis dorsalis* y *Darina solenoides* contribuyeron con el 40 % de la similitud al grupo 1 (G1). *Ampelisca* sp, *Mytilus edulis platensis*, *Darina solenoides* y *Aglaophamus praetiosus*, con el 37% al grupo 2 (G2). Por su parte, *Scoloplos(leodamas)cirratus*, *Darina solenoides* y *Aglaophamus praetiosus* aportan el 43% a la similitud del grupo 3 (G3). *Mysella patagona* (12%) es la especie que más aportó a la disimilitud entre los tres grupos.

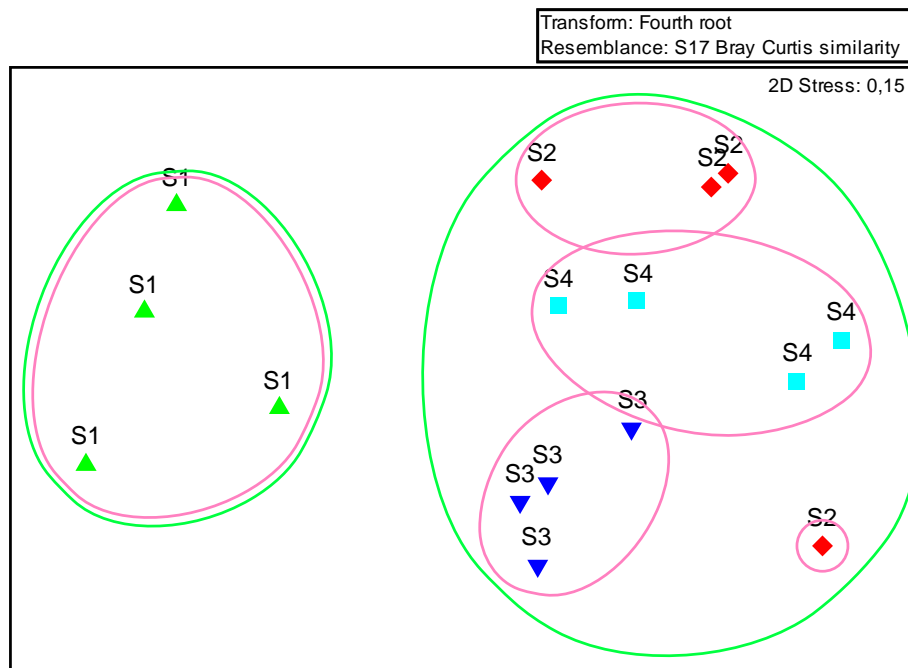


Figura 28. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los sitios de muestreo en función de la abundancia de organismos bentónicos. Línea verde: grupos A y B. Línea roja: Grupos G1, G2 y G3.

Tabla 4. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos G1, G2, y G3. AP=abundancia promedio (datos transformados por raíz cuarta); SP=similitud promedio; DE=desviación estándar; CP=contribución (%); PA=porcentaje acumulado.

Grupos	Especies	AP	SP	DE	CP	PA
G1 Similitud: 64,05%	<i>Mysella patagona</i>	4,08	10,25	9,83	15,88	15,88
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	3,56	7,39	3,97	12,28	28,16
	<i>Darina solenoides</i>	2,72	7,31	18,57	11,25	39,41
	<i>Eteone sculpta</i>	3,02	7,28	3,11	11,36	50,57
	<i>Notocirrus lorum</i>	2,38	5,86	7,66	9,01	59,58
	<i>Halocarida ind</i>	2,27	5,7	9,1	8,9	68,34
	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	2,62	5,22	2,13	8,16	76,34
	<i>Ampelisca sp</i>	2,05	3,51	0,91	5,47	81,83
	<i>Clymenella minor</i>	1,94	3,25	0,88	5,07	86,78
	<i>Glycinde armata</i>	2,14	2,63	0,91	4,1	90,81
G2 Similitud: 66,62%	<i>Ampelisca sp</i>	4,49	7,21	9,92	10,83	10,83
	<i>Mytilus edulis platensis</i>	3,11	5,92	6,29	8,89	19,72
	<i>Darina solenoides</i>	2,85	5,67	12,97	8,51	28,23
	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	2,95	5,55	6,78	8,33	36,56
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	2,83	5,23	6,95	7,86	44,42
	<i>Edotia tuberculata</i>	2,33	4,73	12,15	7,1	51,52
	<i>Thyphosella schellenbergi</i>	2,15	4,06	6,63	6,1	57,62
	<i>Eteone sculpta</i>	2,73	3,69	0,91	5,54	63,16
	<i>Lumbrineris cingulata</i>	2,48	3,4	0,91	5,1	68,26
	<i>Notocirrus lorum</i>	2,32	3,05	0,91	4,57	72,83
	<i>Scolecopides uncinatus</i>	2,03	2,87	0,91	4,31	77,14
	<i>Mysella patagona</i>	2,26	2,52	0,91	3,78	80,93
	<i>Monoculopsis vallentini</i>	1,89	2,37	0,91	3,56	84,48
	<i>Glycinde armata</i>	1,92	2,28	0,91	3,42	87,9
	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	1,56	2,03	0,91	3,05	90,96
G3 Similitud: 68,43%	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	3,11	10,24	9,18	14,97	14,97
	<i>Darina solenoides</i>	3,7	9,45	7,57	13,82	28,79
	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	3,02	9,37	7,93	13,69	42,48
	<i>Glycinde armata</i>	2,5	8,74	20,44	12,77	55,24
	<i>Ampelisca sp</i>	2,56	7,38	5,11	10,79	66,03
	<i>Notocirrus lorum</i>	2,88	7,28	6,35	10,64	76,67
	<i>Edotia tuberculata</i>	1,84	5,85	17,7	8,54	85,21
	<i>Eteone sculpta</i>	2,01	3,84	0,9	5,61	90,83

3.2.4. Distribución vertical de macroinvertebrados en los diferentes sitios de muestreo.

3.2.4.1 Costanera (S1).

En Costanera (S1) el taxón Polychaeta, con 10 especies, representó en abundancia para los niveles II y III más del 92% del total de organismos de la macrofauna, el 70% en NI y 51% el NIV (Tabla 5). El grupo Bivalvia representó el 32% para el Nivel IV, el 1,25% para el NIII y menos del 5% para el resto de los niveles. La abundancia del resto de los taxones en los diferentes niveles fue menor al 5% del total de organismos recolectados (Fig. 29).

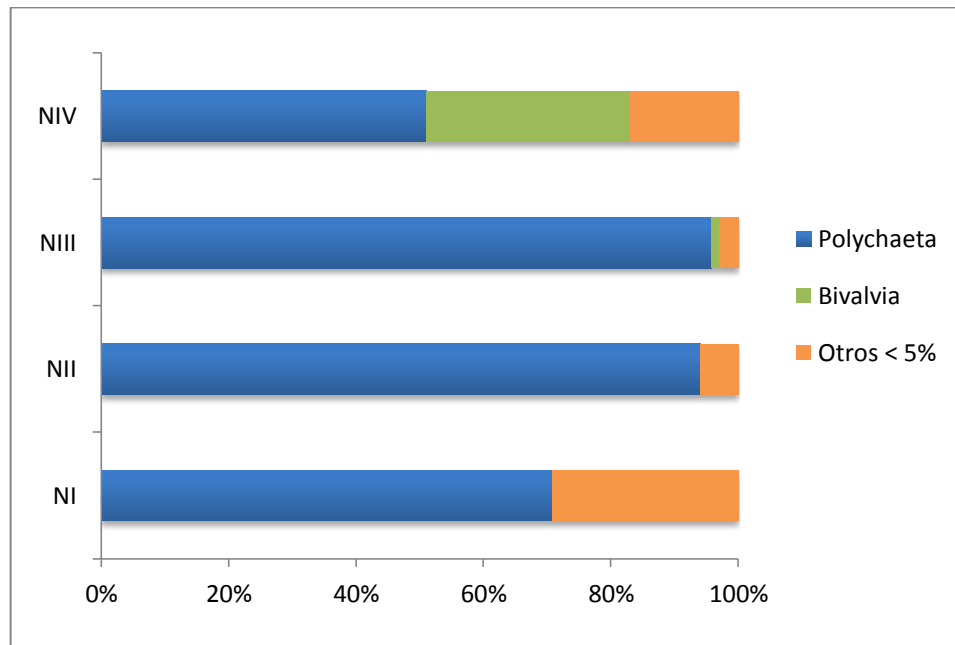


Figura 29. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m²) de los grupos taxonómicos de Costanera.

Tabla 5. Sitio 1 Costanera. Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m²) de los macroinvertebrados bentónicos.

<i>Taxa</i>	NI	NI	NI	NI
POLYCHAETA				
<i>Fabricinuda</i> sp	0	0	61299,7 (58782,5)	0
<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	0	0	129,9 (183,7)	62,2 (74,49)
<i>Ophioglycera eximia</i>	0	0	26 (58,1)	0
<i>Notocirrus lorum</i>	0	1298,7 (968,5)	1428,6 (1635)	124,4 (194,5)
<i>Scolecopides uncinatus</i>	545,5 (296,1)	0	0	0
<i>Eteone sculpta</i>	78,9 (71,1)	0	0	8,8 (19,67)
<i>Glycinde armata</i>	0	337,7 (755)	129,9 (290,4)	160,2 (228,1)
<i>Aglaophamus praetiosus</i>	0	26 (58,1)	129,9 (159,1)	53,2 (72,8)
<i>Hemipodus patagonicus</i>	0	0	0	142,2 (317,1)
<i>Travisia</i> sp	0	0	51,9 (71,1)	0
GASTROPODA				
<i>Natica falklándica</i>	0	0	26 (58,1)	26,6 (39,7)
<i>Trophon geversianus</i>	51,9 (116,2)	0	0	0
BIVALVIA				
<i>Darina solenoides</i>	0	77,9 (174,2)	181,8 (269,3)	240 (162,1)
<i>Mytilus edulis platensis</i>	0	0	51,9 (116,2)	53 (20,1)
<i>Malletia cumingii</i>	0	0	53,2 (37,2)	0
<i>Sphenia hatcheri</i>	0	0	467,6 (771,5)	0
Bivalvo sp1.	0	0	104 (108,8)	0
ISOPODA				
<i>Edotia tuberculata</i>	0	0	51,9 (71,1)	133,4 (99,5)
AMPHIPODA				
<i>Jassa</i> sp	0	0	77,9 (174,2)	0
NEMERTINA				
Nemertino ind.	0	0	0	8,8 (19,6)
PRIAPULIDA				
<i>Priapulul</i> sp	51,9 (71,1)	0	0	0
ACARIDA				
Halocarido ind	103,9 (142,3)	26 (58,1)	0	8,8 (19,6)

La mayor diversidad (H') se obtuvo en el Nivel IV (3,89), la riqueza específica (S) más alta en los Niveles III y IV (15-13) y el máximo valor de equitatividad (J') también se

correspondió con el Nivel IV (0,86). La diversidad mostró diferencias significativas entre los niveles II y III con el nivel IV. La riqueza específica mostró diferencias significativas entre los niveles I y II con III y IV. La equitatividad muestra diferencias significativas entre el nivel I con el nivel IV. La abundancia de organismos fue significativamente diferente para el nivel III respecto de los demás niveles, debido a la presencia de *Fabricinuda* sp que fue 47 veces superior en número que la segunda especie más abundante (Fig.30).

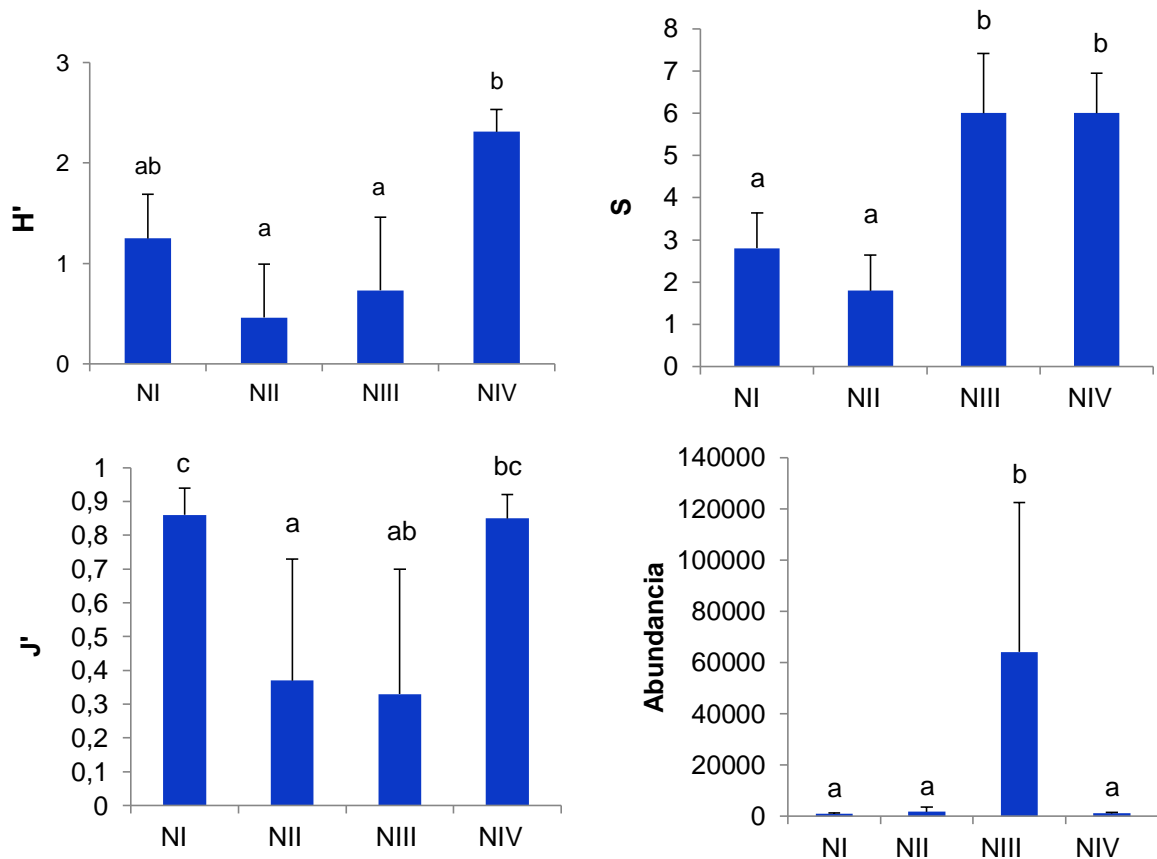


Figura 30. Sitio Costanera. Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test Kruskal-Wallis).

El análisis multivariado mostró la conformación de cuatro grupos diferentes de muestras (Test de ANOSIM; R Global = 0,847; p= 0,001). Un grupo conformado por las muestras del Nivel I (G1), un segundo grupo conformado por las muestras del Nivel II y una muestra del Nivel III (G2), un tercer grupo que reúne las muestras del Nivel IV principalmente (G3), y un último grupo con tres muestras correspondientes al Nivel III (G4) (Fig. 31).

Los resultados de análisis SIMPER (Tabla 6) para determinar las especies que caracterizan cada grupo, indican que *Scolecopides uncinatus*, aporta un 76% a la similitud de las muestras en el G1; *Eteone sculpta* y *Priapulid* sp. contribuyen con un 16,61% y 5,36%, respectivamente a la conformación de este grupo. En el G2 solo una especie de poliqueto (*Notocirrus lorum*) generó el 100 % de similitud entre las muestras.

En el G3 *Fabricinuda* sp y *N. lorum*, en conjunto, contribuyen con un 73,26% a la similitud entre las muestras de ese nivel, seguidos por *Kinbergonuphis dorsalis*, *Darina solenoides* y *Aglaophamus praetiosus*.

Dos especies de bivalvos (*Darina solenoides* y *Mytilus edulis platensis*) y una especie de isópodo (*Edotia tuberculata*) contribuyen con el 78,58 % de similitud para el G4.

Dos muestras del Nivel III representan una transición entre los niveles II y IV, agrupándose con algunas muestras de estos niveles al compartir especies como *N. Lorum* con el nivel II y *D. Solenoides* y *K. dorsalis* con el Nivel IV.

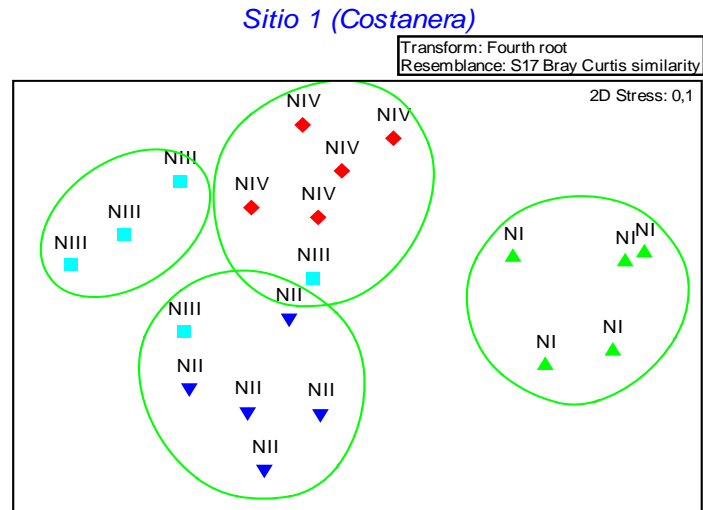


Figura 31. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio1 Costanera.

Tabla 6. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos del sitio Costanera. AP=abundancia promedio (datos transformados por raíz cuarta); SP=similitud promedio; DE=desviación estándar; CP=contribución (%); PA=% acumulado.

Grupos	Especies	AP	SP	DE	CP	PA
G1 Similitud: 53,95%	<i>Scolecopides uncinatus</i>	22,73	41,14	10,60	76,00	76,00
	<i>Eteone sculpta</i>	4,03	8,96	0,61	16,61	89,39
	<i>Priapulus</i> sp	1,35	2,89	0,32	5,36	94,75
G2 Similitud: 55,12%	<i>Notocirrus lorum</i>	33,41	49,83	2,68	100	100
G3 Similitud: 42,88%	<i>Fabricinuda</i> sp	190,7	16,69	7,25	48,92	48,92
	<i>Notocirrus lorum</i>	33,74	14,73	0,62	24,34	73,26
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	7,17	1,61	0,61	8,41	81,68
	<i>Darina solenoides</i>	9,65	1,25	0,62	7,59	89,26
	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	8,51	1,05	0,32	4,79	94,05
G4 Similitud: 54,03%	<i>Darina solenoides</i>	3,8	17,97	9,8	33,26	33,26
	<i>Mytilus edulis platensis</i>	2,67	13,17	13,44	25,89	58,54
	<i>Edotia tuberculata</i>	2,83	10,78	1,16	20,06	78,58
	<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	1,86	4,2	0,61	7,81	86,43
	<i>Glycinde armata</i>	1,78	2,16	0,32	4,05	90,48

3.2.4.2. Emisario (S2)

En Emisario el Taxa Polychaeta con 7 especies estuvo presente en todos los niveles, representando para los niveles I y II más del 84% de la abundancia total de los organismos (Tabla 7). En el Nivel I, el taxón Acárida estuvo representado por el 16,67%; en el Nivel III Bivalvia (62,74%) y Amphipoda (23,52%) son los grupos dominantes (Fig.32).

Tabla 7. Sitio Emisario (S2). Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m²) de los macroinvertebrados bentónicos.

Taxa	NI	NII	NIII	NIV
POLYCHAETA				
<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	0	0	78 (116,2)	0
<i>Notocirrus lorum</i>	0	0	0	106,6 (127,9)
<i>Scolecopides uncinatus</i>	0	0	52 (71,3)	0
<i>Eteone sculpta</i>	0	260 (91,9)	156 (108,7)	0
<i>Aglaophamus praetiosus</i>	0	0	0	70,8 (39,8)
<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	0	0	0	26,4 (24)
<i>Clymenella minor</i>	260 (130)	0	0	0
GASTROPODA				
<i>Natica falklandica</i>	0	0	0	26,6 (59,4)
<i>Trophon geversianus</i>	0	0	0	26,6 (24)
BIVALVIA				
<i>Darina solenoides</i>	0	0	207,8 (235)	0
<i>Mytilus edulis platensis</i>	0	0	0	26,4 (24)
<i>Mysella patagona</i>	0	0	623,4 (590)	0
ISOPODA				
<i>Macrochiridothea michaelsoni</i>	0	0	0	17,6 (24)
AMPHIPODA				
<i>Ampelisca</i> sp	0	0	311,6 (325,7)	17,8 (39,8)
NEMERTINA				
Nemertino ind	0	0	26 (58,1)	0
ACARIDA				
Halocarido ind	52 (116,1)	26 (58,1)	0	0

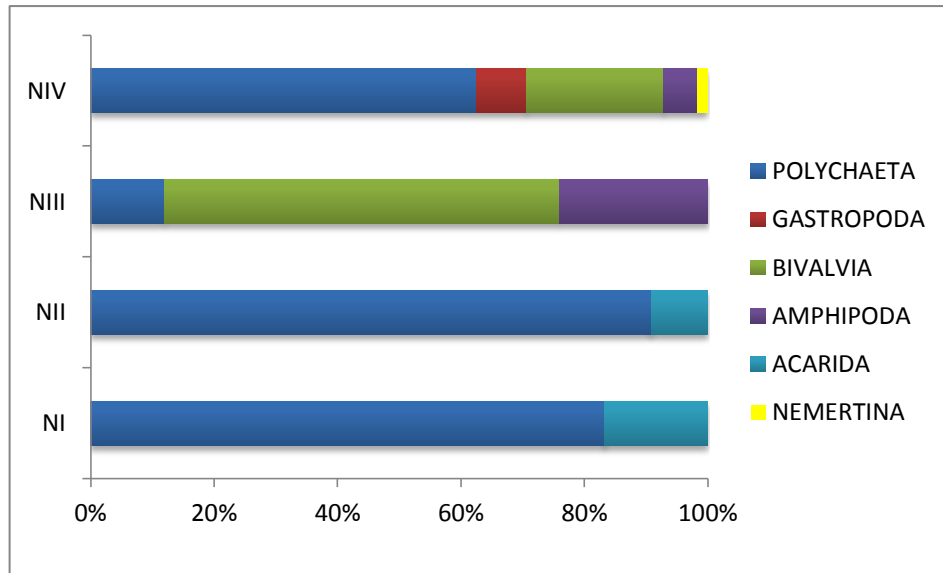


Figura 32. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m²) de los grupos taxonómicos de Emisario.

La comunidad bentónica, en el Sitio Emisario presentó los valores más bajos para la riqueza y diversidad de especies en el nivel I y II; y los valores más altos para el nivel IV. La abundancia de organismos encontrados fue mayor para el nivel III. Existieron diferencias significativas para la riqueza y la diversidad entre los niveles I y II con los niveles III y IV. La abundancia de organismos presentó diferencias significativas entre el nivel III con los niveles I, II y IV. La equitatividad no presentó diferencias significativas ($H=5,82$ $p=0,1078$) con la prueba de Kruskal-Wallis (Fig.33).

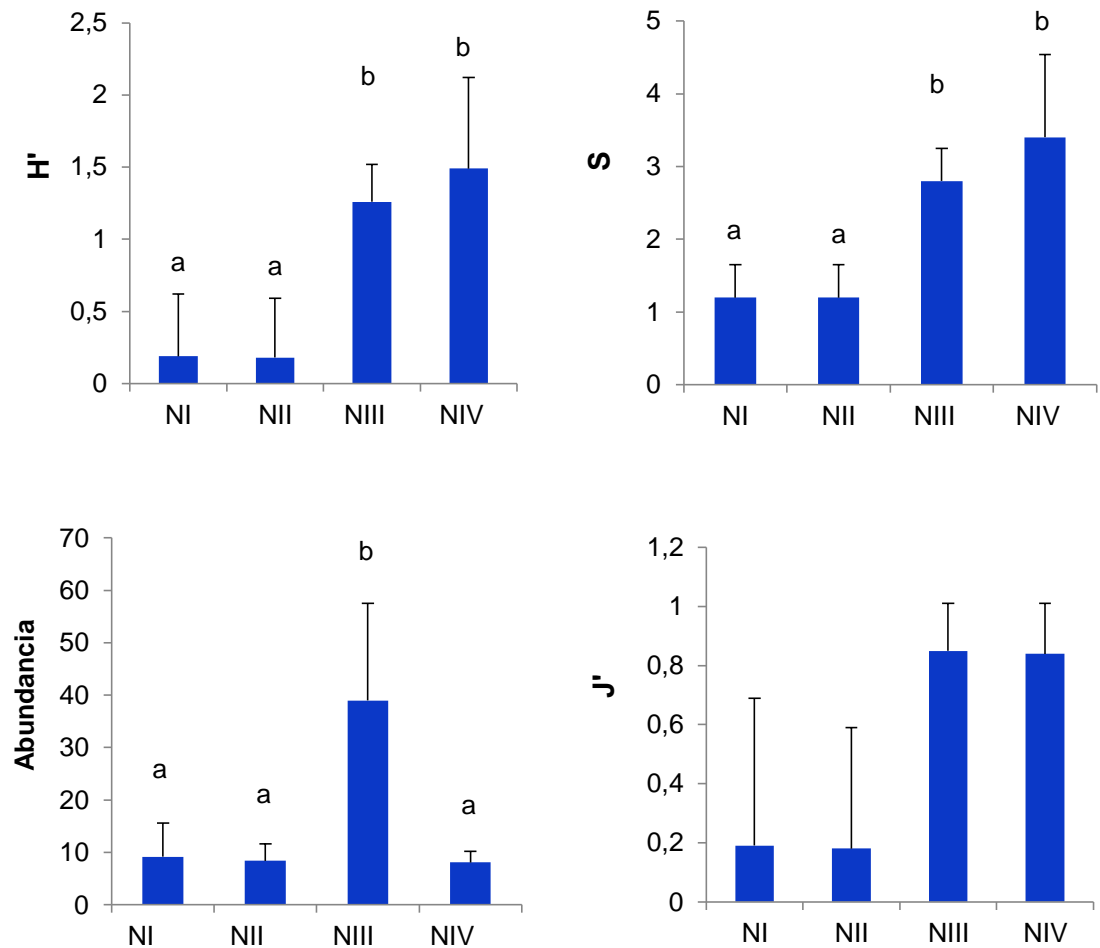


Figura 33. Sitio Emisario (S2). Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test Kruskal-Wallis).

El análisis MDS, basado en las abundancias transformadas por especie, diferenció cuatro grupos que se corresponden con los niveles de muestreo (Fig. 34). El Test ANOSIM indicó diferencia significativa entre los diferentes grupos (R Global = 0,977; $p = 0,001$).

Según el análisis SIMPER (Tabla 8) las especies que contribuyen a las diferencias en el G1 y G2 con el 93,87 % y el 100% de similitud fueron *Clymenella minor* y *Eteone sculpta*, respectivamente.

En el G3 *Mysella patagona* y *Ampelisca* sp contribuyeron con el 60% a la similitud del grupo y en el G4 la mayor contribución está dada por el poliqueto *Aglaophamus praetiosus* (46,21%), seguido por las especies *Mytilus edulis platensis* (25%), *Notocirrus lorum* (17,17%) y *Scoloplos (leodamas) cirratus* (11,64%).

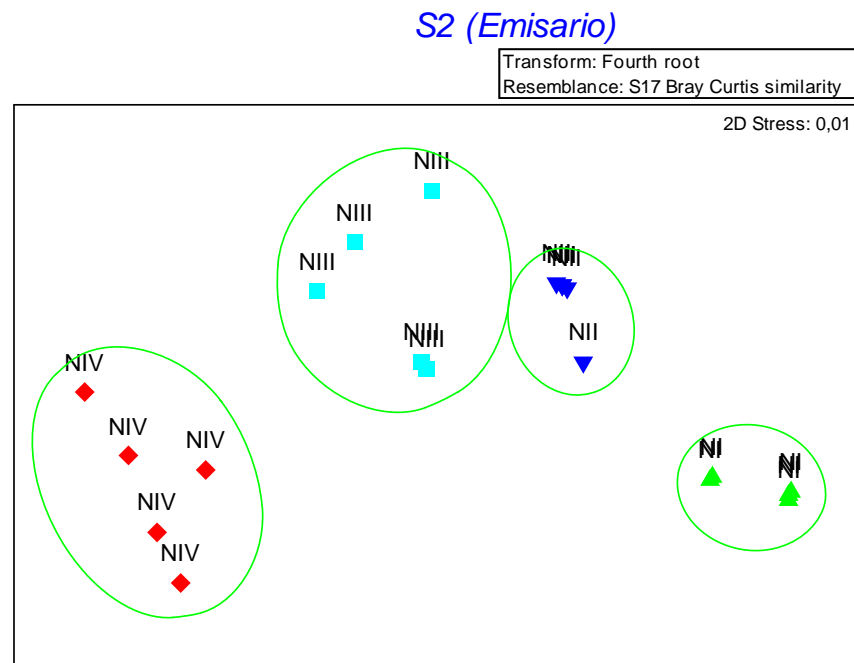


Figura 34. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio2.

Tabla 8. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos de Emisario. AP=abundancia promedio (datos transformados por raíz cuarta); SP=similitud promedio; DE=desviación estándar; CP=contribución (%); PA=% acumulado.

Grupos	Especies	AP	SP	DE	CP	PA
G1	<i>Clymenella minor</i>	3,93	70,93	4,58	93,87	93,87
Similitud: 75,56%						
G2	<i>Eteone sculpta</i>	3,97	83,03	6,07	100	100
Similitud: 83,03%						
G3	<i>Mysella patagona</i>	4,09	17,44	1,14	32,31	32,31
	<i>Ampelisca sp</i>	3,36	13,56	1,13	25,12	57,42
	<i>Eteone sculpta</i>	2,96	13,03	1,13	24,13	81,56
	<i>Darina solenoides</i>	2,52	6,23	0,61	11,54	93,10
G4	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	2,84	27,30	5,65	46,20	46,20
	<i>Mytilus edulis platensis</i>	2,06	14,77	1,14	24,98	71,78
	<i>Notocirrus lorum</i>	2,13	10,15	0,60	17,17	88,36
	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	1,55	6,88	0,62	11,64	100

3.2.4.1 Punta Loyola (S3)

En Punta Loyola (Tabla 9) el taxón Polychaeta con 8 especies representó en abundancia el 40,3% del total de los organismos identificados, seguido por el grupo Amphipoda (31,7%), Bivalvia con el 13,7% y Gastrópoda (8,5%). Los otros taxones identificados (Isópoda, Nemertina, Priapulida y Sipunculida) estuvieron representados con valores menores al 6% (Fig. 35).

Tabla 9. Sitio Punta Loyola (S3). Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m²) de los macroinvertebrados bentónicos.

<i>Taxa</i>	NI	NII	NIII	NIV
POLYCHAETA				
<i>Lumbrineris cingulata</i>	389,6 (205)	0	0	0
<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>			78 (174,4)	
<i>Notocirrus lorum</i>	0	182 (148,2)	727 (499,4)	0
<i>Scolecopides uncinatus</i>	208 (197,1)	0	0	0
<i>Glycinde armata</i>	0	0	0	71,2 (74,4)
<i>Aglaophamus praetiosus</i>	0	78 (71,2)	26 (58,1)	0
<i>Hemipodus patagonicus</i>	26 (58,1)	0	0	0
<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	0	52 (71,2)	0	0
GASTROPODA				
<i>Natica falklandica</i>	0	0	26 (58,1)	177,8 (144,1)
<i>Trophon geversianus</i>	0	0	0	44,2 (31,4)
BIVALVIA				
<i>Darina solenoides</i>	130 (106)	0	103,8 (232,1)	71,2 (74,4)
<i>Mytilus edulis platensis</i>	0	0		284,4 (464,6)
ISOPODA				
<i>Edotia tuberculata</i>	0	0	52 (71,2)	35,4 (37,1)
AMPHIPODA				
<i>Thyphosella schellenbergi</i>	0	0	130 (183,8)	0
<i>Ampelisca</i> sp	0	52 (116,2)	1142 (683,3)	0
NEMERTINA				
Nemertino ind.	0	0	52 (116,2)	0
PRIAPULIDA				
<i>Priapulul</i> sp	0	68 (116,2)	0	0
SIPUNCULIDA				
<i>Sipunculus</i> sp	0	0	104 (142,4)	0

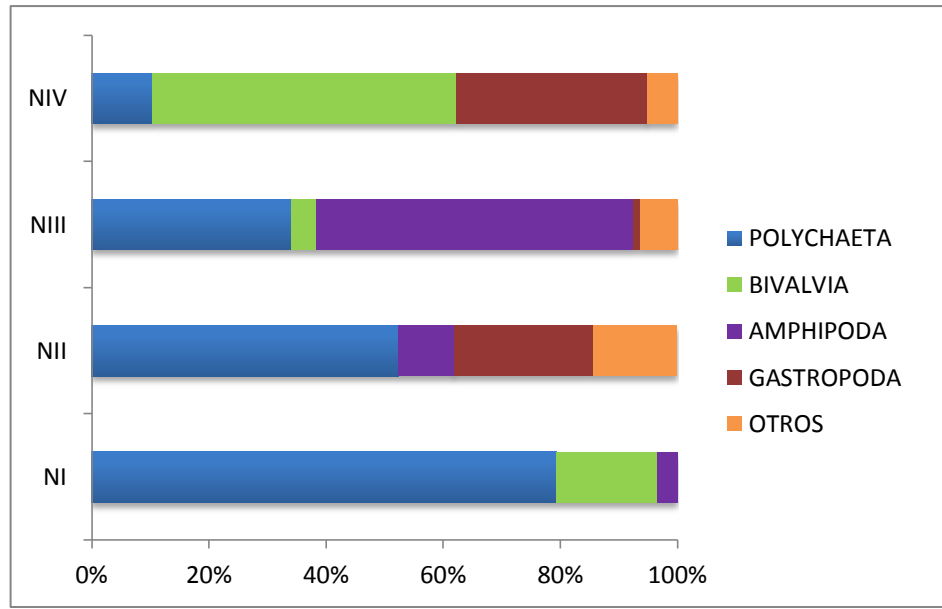


Figura 35. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m^2) de los grupos taxonómicos de Punta Loyola.

En Punta Loyola (S3) la riqueza de especies varió en un rango de 4 a 10 por Nivel. El índice de diversidad, presentó un rango de variación entre los diferentes niveles, entre 2,68 y 1,6. Se encontraron diferencias significativas en la abundancia promedio de organismos entre el NIII con el resto de los niveles, así como en la riqueza de especies entre los niveles I y II con III y IV. No se encontraron diferencias significativas en la diversidad y la equitabilidad entre los diferentes niveles (Fig. 36).

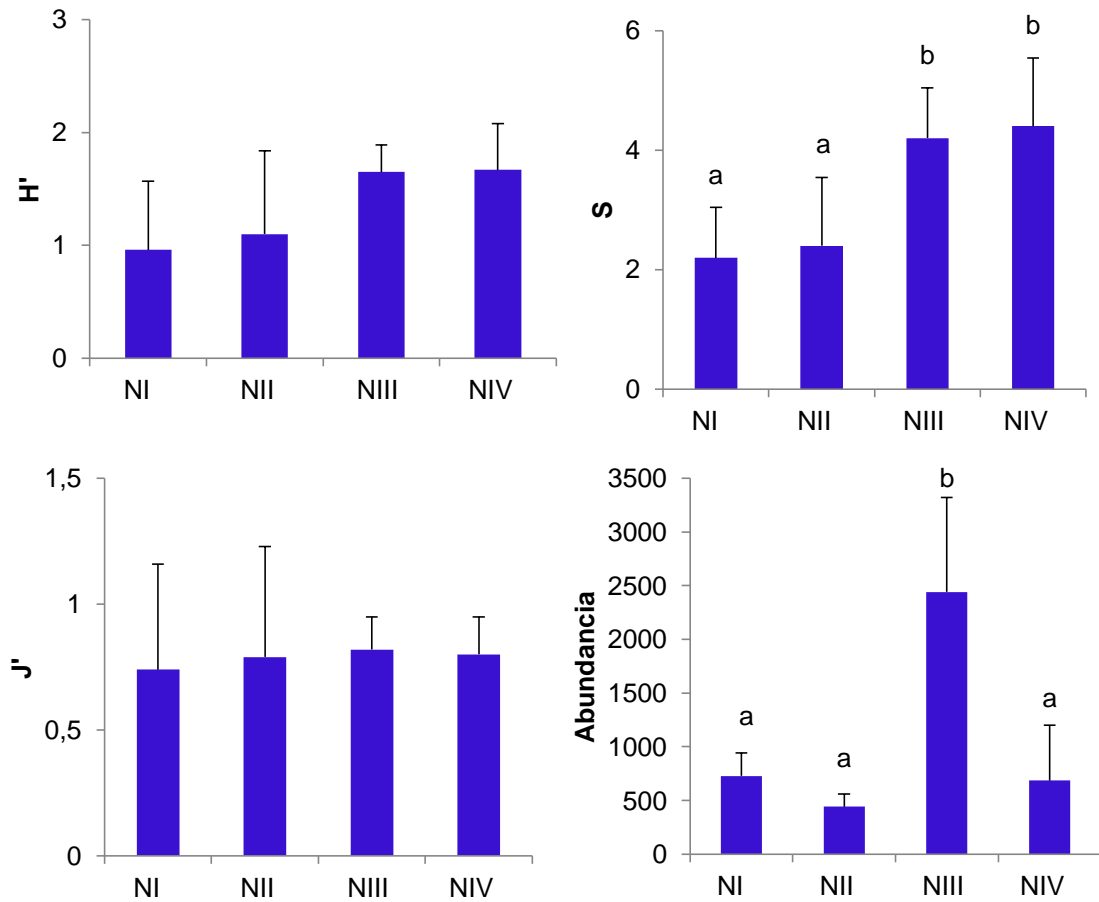


Figura 36. Sitio Punta Loyola (S3). Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test Kruskal-Wallis).

El análisis multivariado determinó 4 grupos en relación a la abundancia de organismos. Estos grupos quedaron conformados por las muestras según el nivel de mareas, con excepción de una muestra del NII (Fig.37). Las diferencias entre los grupos fueron corroboradas por el Test ANOSIM (R Global = 0,921; p = 0,001).

El análisis SIMPER permitió identificar las especies que contribuyen a la similitud observada en los diferentes grupos (Tabla 10). La especie *Lumbrineris cingulata* contribuyó

con el 66,96% a la similitud del G1; los poliquetos *Notocirrus lorum* y *Scolecopides uncinatus* con el 85,84% acumulado a la similitud del Nivel G2. El G3 estuvo dominado por la presencia del anfípodo *Ampelisca* sp quien contribuye a la similitud con el 50,37% y el poliqueto *Notocirrus lorum* con un 41,56%.

En el G4 la asociación de organismos estuvo caracterizada mayormente por el Phylum Mollusca. Las especies *Natica falklándica* y *Mytilus edulis platensis* fueron las especies que contribuyeron con un 36,63% y 21,34%, respectivamente.

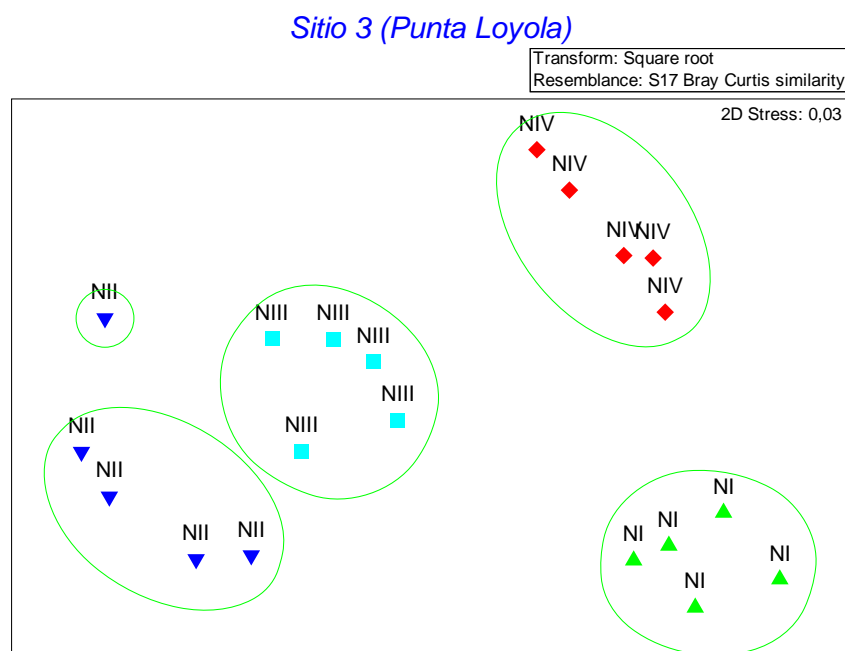


Figura 37. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio 3.

Tabla 10. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos de Punta Loyola. AP=abundancia promedio (datos transformados por raíz cuarta); SP=similitud promedio; DE=desviación estándar; CP=contribución (%); PA=% acumulado.

Grupos	Especies	AP	SP	DE	CP	PA
G1	<i>Lumbrineris cingulata</i>	19,11	41,62	2,8	66,96	66,96
Similitud:	<i>Scolecopides uncinatus</i>	11,12	11,74	0,61	18,88	85,84
62,16%	<i>Darina solenoides</i>	8,73	8,8	0,62	14,16	100
G2	<i>Notocirrus lorum</i>	11,74	25,45	1,07	62,38	62,38
Similitud:	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	6,84	9,72	0,61	23,83	86,21
41,8%	<i>Priapulus</i> sp	5,51	2,93	0,32	7,18	93,39
G3	<i>Ampelisca</i> sp	32,3	26,84	3,99	50,37	50,37
Similitud:	<i>Notocirrus lorum</i>	25,81	22,14	13	41,56	91,94
53,27%	<i>Natica falklandica</i>	12,4	19,92	2,05	36,63	36,63
G4	<i>Mytilus edulis platensis</i>	12,75	11,61	1,12	21,34	57,97
Similitud:	<i>Trophon geversianus</i>	5,87	7,92	1,11	14,56	72,54
54,86%	<i>Glycinde armata</i>	6,44	5,67	0,6	10,43	82,97
	<i>Darina solenoides</i>	6,44	5,36	0,6	9,85	92,82

3.2.4.4 Punta Gancho (S4).

En Punta Gancho se identificaron organismos bentónicos pertenecientes a 7 taxones (Tabla 11). Los grupos más abundantes fueron Polychaeta (65,16%), Bivalvia (10,75%), Amphipoda (9%) e Isopoda (7,53%). Gastrópoda, Priapulida y Cumácea representaron menos del 5% del total de los organismos recolectados (Fig. 38).

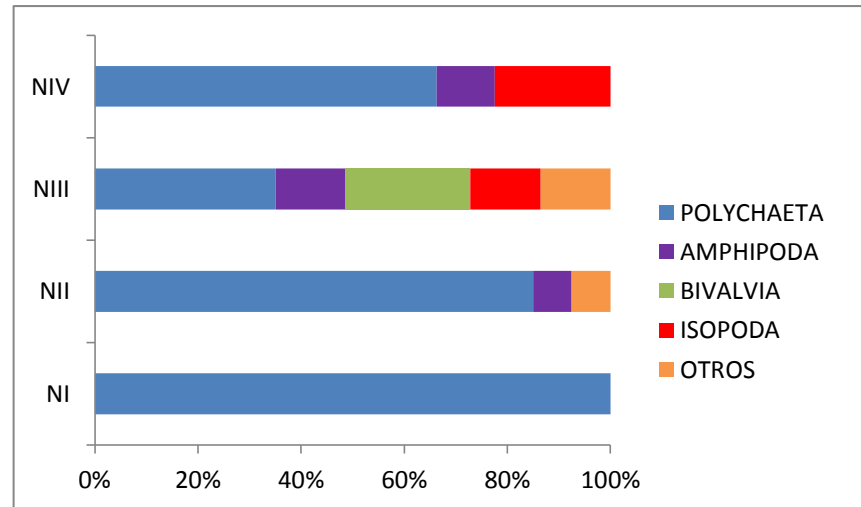


Figura 38. Contribución porcentual de la abundancia (ind/m²) de los grupos taxonómicos de Punta Gancho.

Tabla 11. Sitio Punta Gancho (S4). Promedio (\pm desviación típica) de la abundancia (ind/m²) de los macroinvertebrados bentónicos.

Taxa	NI	NII	NIII	NIV
POLYCHAETA				
<i>Lumbrineris cingulata</i>	0	26 (58,1)	0	0
<i>Kinbergonuphis dorsalis</i>	0	0	26 (58,1)	0
<i>Notocirrus lorum</i>	0	0	0	70,8 (39,8)
<i>Eteone sculpta</i>	0	0	649,6 (1010,6)	0
<i>Glycinde armata</i>	0	156 (169,5)	0	0
<i>Aglaophamus praetiosus</i>	0	865,6 (925,3)	0	0
<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	571,4 (385,2)	0	0	0
GASTEROPODA				
<i>Natica falklándica</i>	0	0	104 (108,7)	0
BIVALVIA				
<i>Darina solenoides</i>	0	0	363,8 (192,4)	0
ISOPODA				
<i>Edotia tuberculata</i>	0	0	104 (142,4)	17,6 (24,1)
<i>Serolis cornuta</i>	0	0	0	8,8 (19,6)
AMPHIPODA				
<i>Ampelisca</i> sp	0	26 (58,1)	52 (116,2)	26,4 (24,2)
PRIAPULIDA				
<i>Priapulius</i> sp	0	52 (71,2)	52 (71,2)	0
CUMACEA				
Cumáceo ind.	0	0	26 (58,1)	0

La riqueza de especies por nivel en Punta Gancho varió de 1 a 8. En el Nivel I sólo se recolectaron ejemplares de *Scoloplos (leodamas) cirratus*. El índice de diversidad, varió entre 0,33 (NII) y 1,75 (NIII). Los valores más altos de equitatividad se encontraron en los niveles III (0,84) y IV (0,75). Los valores de diversidad y equitatividad mostraron diferencias significativas del NIII y NIV respecto del NI. La abundancia mostró diferencias significativas entre los niveles II y III respecto del IV y la riqueza de especies entre el Nivel I con el Nivel III (Fig. 39).

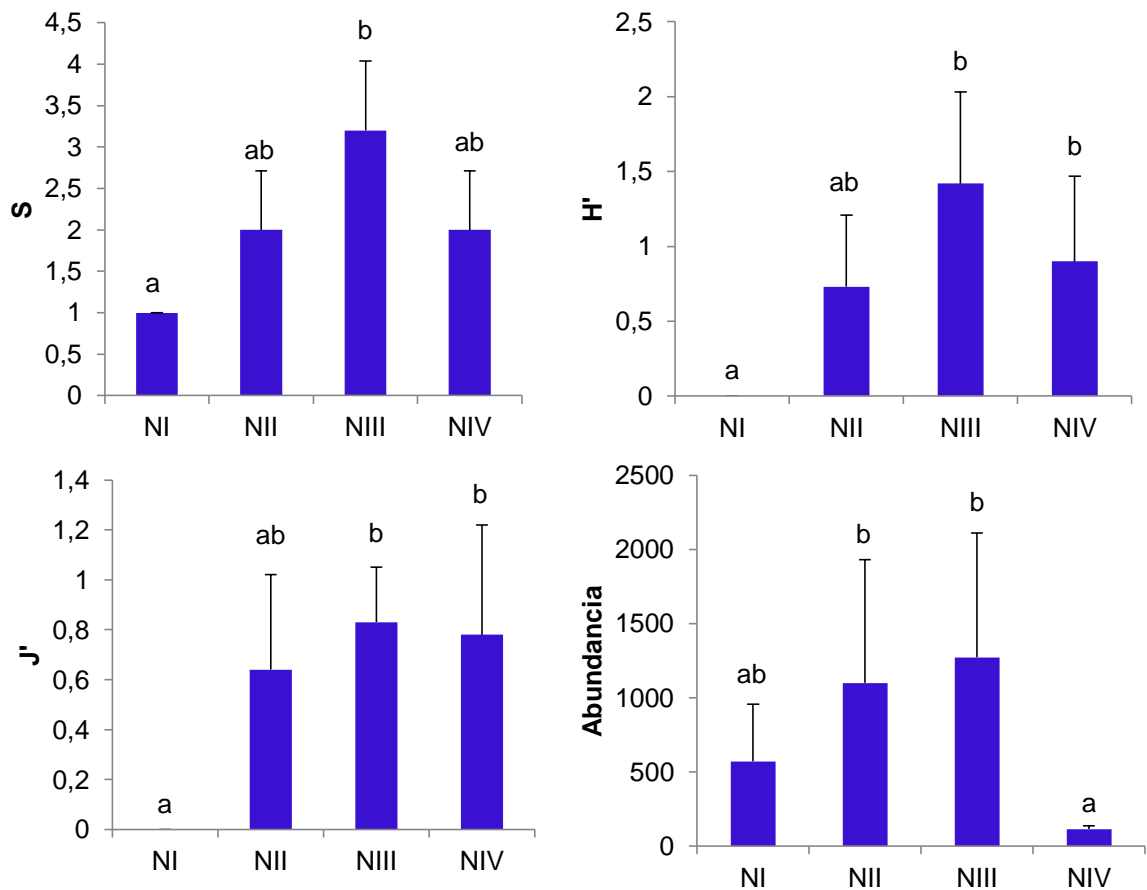


Figura 39. Sitio Punta Gancho (S4). Promedio (\pm desviación típica) para el índice de diversidad (H'), riqueza específica (S), equitatividad (J') y abundancia, por nivel. Medias con una letra común no son significativamente diferentes (Test Kruskal-Wallis).

El análisis multivariado determinó la conformación de 4 grupos en función de la abundancia de organismos (Fig. 40). Los grupos estuvieron definidos por las asociaciones faunísticas entre las réplicas de los diferentes niveles del muestreo (I a IV) (Test ANOSIM; $R= 0,94$; $p= 0,001$).

De acuerdo al análisis SIMPER (Tabla 12), *Scoloplos (leodamas) cirratus* es la única especie que contribuye al NI con un 100% de dominancia. En tanto, *Aglaophamus praetiosus* en el del NII con un 63,32% de dominancia. Mientras que *Darina solenoides* (44,4%), *Eteone sculpta* (40,72%) y *Natica falklandica* (10,73%) son las especies que aportan a la similitud del Nivel III. *Notocirrus lorum* y *Ampelisca* sp lo hacen para el NIV con un porcentaje de similitud de 74,55% y 18,98 % respectivamente.

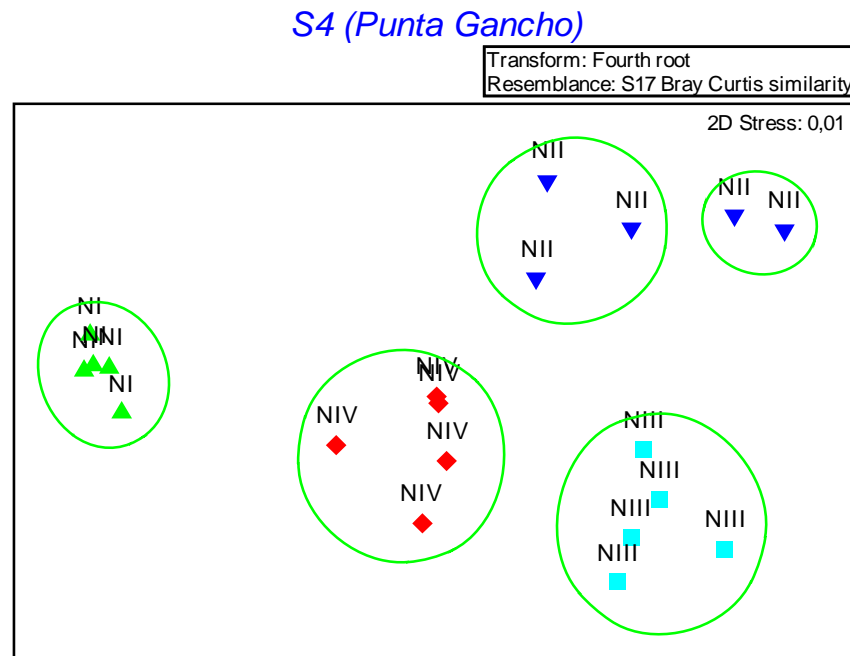


Figura 40. Diagrama de ordenamiento multidimensional (MDS) para los diferentes niveles de muestreo del Sitio 4.

Tabla 12. Análisis SIMPER. Principales especies que contribuyen en la similitud de los grupos de Punta Gancho. AP=abundancia promedio (datos transformados por raíz cuarta); SP=similitud promedio; DE=desviación estándar; CP=contribución (%); PA=porcentaje acumulado.

Grupos	Especies	AP	SP	DE	CP	PA
GI						
Similitud: 87,87%	<i>Scoloplos(leodamas)cirratus</i>	4,7	87,88	11,51	100	100
GII						
Similitud: 43,5%	<i>Aglaophamus praetiosus</i>	4,14	27,55	0,97	63,32	63,32
	<i>Glycinde armata</i>	2,37	11,91	0,62	27,38	90,7
GIII						
Similitud: 66,97%	<i>Darina solenoides</i>	4,27	29,73	6,31	44,4	44,4
	<i>Eteone sculpta</i>	4,37	27,27	7,59	40,72	85,12
	<i>Natica falklandica</i>	2,15	7,19	0,62	10,73	95,85
GIV						
Similitud: 66,49%	<i>Notocirrus lorum</i>	2,84	49,87	5,02	74,55	74,55
	<i>Ampelisca sp</i>	1,55	12,62	0,62	18,98	93,98

3.2.2. Relación entre la comunidad bentónica y las variables ambientales

Mediante el análisis BIOENV se determinó la relación existente entre la abundancia de las especies y las características ambientales (físicoquímicas del agua, granulometría y contenido de materia orgánica de los sedimentos y altura de mareas) registradas en los diferentes sitios (Tabla 13), con el fin de identificar las variables ambientales que más influencia tienen sobre la composición de la comunidad bentónica.

Las variables que mejor explicaron la distribución de la comunidad bentónica (correlación de Spearman $r=0,58$) fueron el contenido de limos-arcillas del sedimento, el contenido de materia orgánica y el nivel de mareas.

Tabla 13. Resultados del análisis BIO- ENV. G: Grava, AMG: arena muy gruesa, AF: arena fina, LA: limo-arcilla, MO: materia orgánica, OD: oxígeno disuelto, NIVEL: altura de mareas.

N° de Variables	Correlación	Selección	Variable
3	0,58	7,8,13	LA, MO, NIVEL
5	0,57	2,5,7,8,13	AMG, AF, LA, MO, NIVEL
4	0,57	5,7,8,13	AF, LA, MO, NIVEL
4	0,56	2,7,8,13	AMG, LA, MO, NIVEL
4	0,55	2,5,8,13	AMG, AF, MO, NIVEL
3	0,55	5,7,13	AF, LA, NIVEL
5	0,53	4,5,7,8,13	AM, AF, LA, MO, NIVEL
4	0,53	2,5,7,13	AMG, AF, LA, NIVEL
5	0,53	5,7,8,10,13	AF, LA, MO, OD, NIVEL
5	0,53	1,5,7,8,13	G, AF, LA, MO, NIVEL

El análisis canónico de correspondencia CCA, efectuado entre las especies y la variables ambientales (granulometría, contenido de materia orgánica de los sedimentos y nivel de mareas) seleccionó como significativas a las variables nivel de mareas ($p < 0,001$), limos-arcillas ($p < 0,001$), arenas muy finas ($p < 0,001$), arenas finas ($p < 0,04$) y gravas ($p < 0,04$). Las variables arenas muy gruesas, arenas gruesas y arenas medias resultaron con $p > 0,05$ y no fueron incluidos en el análisis. Los ejes 1 (47,2) y 2 (34,4) explican en conjunto el 81,6 % de la varianza de la relación especies-ambiente. Las variables nivel de mareas y las arenas muy finas están correlacionadas con el eje 1; el contenido de materia orgánica de los sedimentos, los sedimentos limo arcillosos, las arenas finas y las gravas, principalmente con el eje 2.

En el biplot resultado del CCA (Fig. 41) se observa la relación de las especies con las variables ambientales seleccionadas. Las especies *Scolecopides uncinatus* (Scole.unc) y

Clymenella minor (Clym.min) se distribuyen en los niveles superiores del intermareal, asociadas con sedimentos limo-arcillosos y con contenidos altos de materia orgánica; *E. sculpta* (Eteo.sc) también se asocia con estas características del ambiente. *Mysella patagona* (Mys.pat) se distribuye en sedimentos limo-arcillosos con altos porcentajes de materia orgánica, pero en niveles mareales más bajos.

El conjunto de especies integrado por *Fabricinuda* sp. (Fabric.sp), *Ophioglycera eximia* (Ophio. ex), *Sphenia hatcheri* (Sphe. hat), *Jassa* sp. y *Perumytilus purpuratus* (Peru.pu) se asocian con niveles mareales bajo, y con bajo contenido en los sedimentos tanto de materia orgánica como de limos-arcillas.

Las especies *Darina solenoides* (Dar. sol), *Notocirrus lorum* (Not. lo.), *Kinbergonuphis dorsalis* (Kinb.dor), *Monoculopsis vallentini* (Mon.val), *Glycinde armata* (Gly.ar), *Macrochiridothea michaelseni* (Macroc.mi.), *Travisia* sp. (Trav.sp), *Hemipodus patagonicus* (Hemi.pat), *Aglaophamus praetiosus* (Aglao.prae) y *Priapulius* sp (Priap.sp). se relacionan con niveles de marea medios y bajos, y con sedimentos con bajo contenido de materia orgánica y limos arcillas. El conjunto integrado por *Mytilus edulis platensis* (Myti.pla), *Natica falklandica* (Nati.fal), *Trophon geversianus* (Trophon gev), *Serolis cornuta* (Ser.cor) y *Edotia tuberculata* (Edo.tub) se asocian con sedimentos con presencia de gravas, y bajo contenido de materia orgánica y limos arcillas. Las especies *Malletia cumingii* (Mall.cu), *Ampelisca* sp (Ampel.sp), y *Thyphosella schellenbergi* (Thyp.cu) son las que se distribuyen en los niveles más bajos del intermareal.

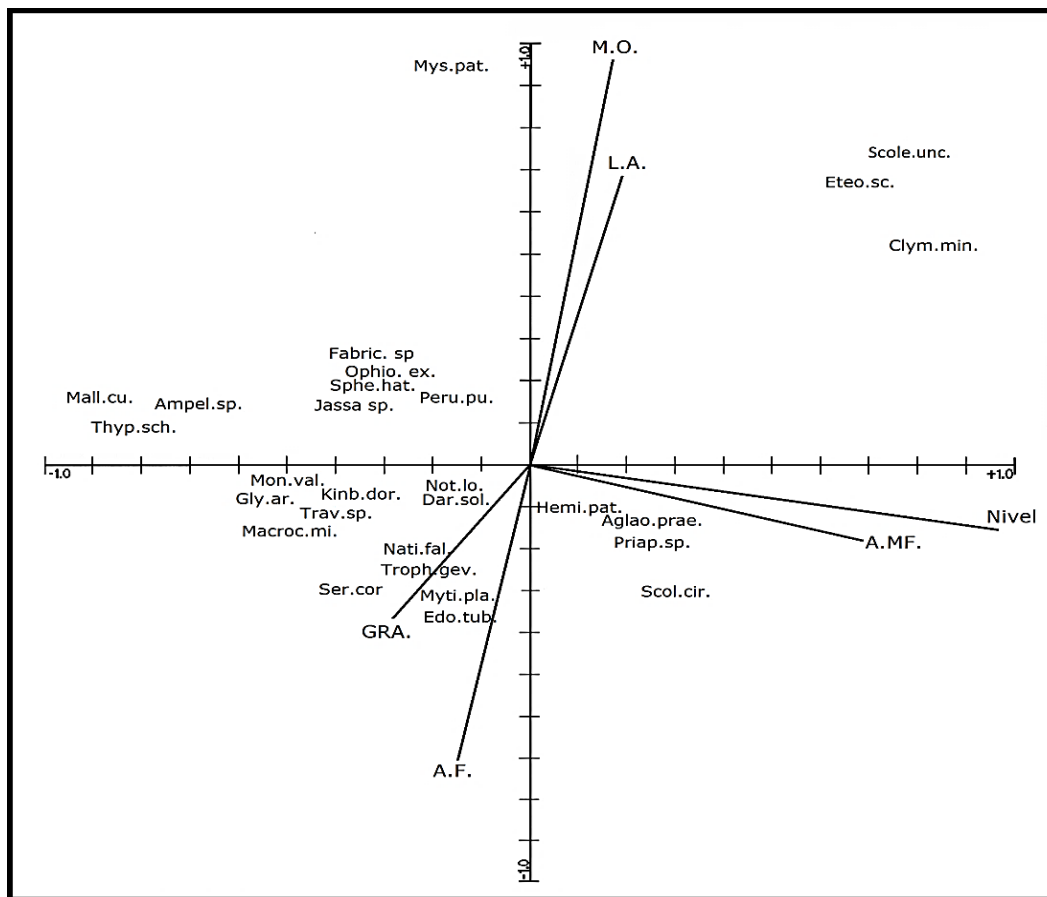


Figura 41. Análisis canónico de correspondencias. Diagrama “biplot” entre variables ambientales y especies. A.MF: arenas muy finas; A.F: arenas finas; G: gravas; L.A: limos-arcillas; M.O: materia orgánica; Nivel: nivel de marea.

3.3. DISCUSION

En el estuario del río Gallegos, la temperatura superficial del agua mostró un patrón estacional marcado, registrando valores mínimos de 2,8 °C y máximos de 15,3 °C. La salinidad mostró un gradiente característico del ambiente estuárico disminuyendo desde la desembocadura hacia el interior del estuario. Los valores más altos de los compuestos de nitrógeno (nitrito+nitrato) y los del fósforo (fosfatos), se registraron hacia el interior del estuario en el S2 Emisario. Las concentraciones de amonio fueron siempre bajas. Estudios previos realizados en algunos puntos del estuario antes del emplazamiento del emisario submarino (JICA 2004) indican que los valores de fosfato son menores a 1 mg/l siempre con máximos sobre la ciudad. En este estudio los valores de fosfato superaron levemente el valor de 1 mg/l en S2 (Emisario), excediendo el máximo sugerido en los ambientes marinos y estuarinos (Arthex y Esteves 2009). En estuarios sin contaminación, las concentraciones normalmente varían en torno a 0,025 mg/l (Baumgarten y Pozza 2001) y según Liss (1976) la máxima concentración de fosfato no debe ser superior a 1,2 $\mu\text{mol/l}$ o 1,0 $\mu\text{mol/l}$ según Aminot y Chaussepied (1983).

El pH para la zona de estudio es ligeramente alcalino (7,7) y se encontró en el rango de valores normal para aguas marinas y estuariales, siendo registrado el valor de máxima alcalinidad en verano (8,7). La concentración de oxígeno disuelto siempre fue superior a 9 mg/l, y se vio para todos los sitios un aumento coincidente con las temperaturas más bajas. El análisis granulométrico mostró que los sedimentos de las estaciones ubicadas en la margen sur se caracterizan por un alto porcentaje de sedimentos limos- arcillosos y que el sitio ubicado sobre la margen norte (Punta Gancho) presenta sedimentos compuestos principalmente de arenas medias y finas, con bajo contenido de materia orgánica. Por su parte, el sitio Emisario (margen sur) presentó los valores más altos de materia orgánica.

El análisis de los índices ecológicos de la comunidad bentónica mostró diferencias significativas entre el sitio Costanera y los demás sitios estudiados, presentando la mayor abundancia de individuos así como los valores mínimos de diversidad y equitatividad. Esto se debe a la marcada dominancia numérica de una única especie de poliqueto. La menor diversidad se registró en Punta Gancho y Emisario; y la mayor en Punta Loyola. La desembocadura del emisario de efluentes domiciliarios de la ciudad de Río Gallegos fue el sitio de muestreo con menor abundancia promedio de individuos, coincidente con los valores más altos de porcentaje de materia orgánica en los sedimentos.

Se identificaron 35 especies de macroinvertebrados bentónicos en el estuario, pertenecientes a 10 taxa. Tanto espacial como temporalmente, se observó un claro predominio en abundancia de los poliquetos (91%), seguido por los bivalvos (4,1%) y los anfípodos (3,4%); con la única excepción del sitio 4 (Punta Gancho), donde hubo mayor dominancia del bivalvo *D. solenoides* en la estación de verano. Las especies dominantes numéricamente en el estuario fueron *Fabricinuda* sp., *Kinbergonuphis dorsalis*, *Notocirrus lorum*, *Lumbrineris cingulata* y *Eteone sculpta* (Polychaeta), *Ampelisca* sp. (Amphipoda) y *Darina solenoides* (Bivalvia). Estas especies se registraron en todas las estaciones del año y la mayoría de ellas presentaron su abundancia máxima en verano.

El análisis multivariado de los sitios estudiados empleando la abundancia de las especies, mostró la conformación de dos grupos principales, uno conformado por los sitios Punta Gancho, Punta Loyola y Emisario, y el otro únicamente por el sitio Costanera, el cual se diferencia del primer grupo de sitios por la exclusiva presencia de *Fabricinuda* sp. Este poliqueto se registró únicamente en Costanera, alcanzando densidades de hasta 6826 individuos/m². *Fabricinuda* sp. no ha sido citado previamente en la región y se trata, posiblemente, de una especie no descripta (Dr. J. Kirk Fitzhugh, Natural History Museum

of Los Angeles County, comunicación personal). Forma estructuras biogénicas conformadas por tubos de arena, con altas densidades de organismos, que ocupan un amplio sector del nivel intermareal inferior, exclusivamente en cercanías a la ciudad de Río Gallegos. Estas estructuras biogénicas son consideradas arrecifes si emergen desde el sustrato debido a la acumulación de individuos, y forman un hábitat particular que promueven el aumento de la riqueza, generando nuevas zonas apropiadas para la alimentación, refugio y establecimiento de otros invertebrados (Jaubet et al 2011).

En el presente estudio, se registraron tres especies de moluscos bivalvos (*Sphenia hatcheri*, *Perumytilus purpuratus* y un bivalvo indeterminado) y una especie de poliqueto (*Ophioglycera eximia*) exclusivamente asociados con las estructuras biogénicas de *Fabricinuda* sp.

La distribución de los organismos macrobentónicos en el estuario se encuentra fuertemente relacionada con los parámetros ambientales, lo cual está de acuerdo con los resultados esperados planteados en la hipótesis. Diversos autores han señalado que las causas de la distribución de las especies en ambientes intermareales son varias, entre ellas la exposición al aire, la movilidad del agua, la temperatura, la disponibilidad de alimento, la salinidad, la concentración de nutrientes, el tipo de sustrato, la competencia entre especies y la depredación (Wolf 1983; Warwick et al. 1991 ; Attrill et al. 1996 ; Raffaelli y Hawkins, 1996; Rakocinski et al. 1997 ; Ysebaert et al. 2002 ; Mucha et al. 2003; Sousa et al. 2006) . El análisis BIOENV determinó que en el estuario, las variables ambientales más relacionadas a la distribución de los organismos fueron el nivel de mareas, el contenido de limos-arcillas y de materia orgánica de los sedimentos. El análisis canónico de correspondencias también mostró una fuerte relación entre la distribución de especies y las variables mencionadas. Se observó la asociación de *Scolecopides uncinatus*

(Polychaeta) y *Mysella patagona* (Bivalvia) con sedimentos limo-arcillosos y altos contenidos de materia orgánica. *S. uncinatus* registró sus mayores abundancias en los niveles superiores del intermareal de los sitios Costanera y Punta Loyola, y generalmente se asocia con *E. sculpta* (Polychaeta). *S. uncinatus* ha sido señalado previamente como dominante en sedimentos limo-arcillosos del sitio Costanera por Lizarralde y Pittaluga (2011), así como en sitios areno-fangosos de Bahía Loma en el estrecho de Magallanes, por Cañete et al. (2010).

El bivalvo *Mysella patagona* se asoció con sedimentos con alto contenido de materia orgánica, y registró su mayor abundancia en los niveles inferiores del sitio Emisario. Este bivalvo fue descrito para la Bahía de San Julián por Ituarte et al. (2012), y un estudio comparativo realizado entre ambas localidades (Pittaluga et al. 2013) confirmó la presencia de la especie en ambientes de similares características ecológicas, encontrándose en ambas localidades asociada a sitios de vertido de efluentes domiciliarios.

En los niveles intermareales más bajos así como en el infralitoral superior de todos los sitios, y relacionada con sedimentos arenosos con bajo contenido de materia orgánica, se identificó una asociación conformada por *Darina solenoides* (Bivalvia), *Kinbergonuphis dorsalis*, *Notocirrus lorum*, *Glycinde armata*, *Travisia* sp., *Hemipodus patagonicus*, *Aglaophamus praetiosus* (Polychaeta), *Monoculopsis vallentini* (Amphipoda), *Macrochiridothea michaelsoni* (Isopoda) y *Priapulid* sp (Priapulida). En Punta Gancho *Darina solenoides* fue la especie más abundante. Los poblamientos con dominancia de *D. solenoides* han sido señalados como característicos de playas arenosas patagónicas, desde el golfo San Matías hasta las costas de Tierra del Fuego (Escofet 1983; Pagnoni 1997; Zaixso et al. 2015), y fue asimismo indicado como dominante para el sitio Costanera en un estudio previo realizado por Lizarralde y Pittaluga (2011). Se ha señalado la importancia de

esta almeja como parte de la dieta de numerosas aves playeras migratorias, tanto patagónicas como neárticas en diferentes sitios de Patagonia argentina y chilena (Hernández et al. 2004; Ferrari et al. 2008; Espoz et al. 2008; Lizarralde et. al. 2010).

Un conjunto de organismos bentónicos integrado por *Mytilus edulis platensis* (Bivalvia), *Natica falklandica* y *Trophon geversianus* (Gasterópoda), *Serolis cornuta* y *Edotia tuberculata* (Isópoda) también se asoció con niveles medios y bajos de marea, pero en sedimentos con presencia de gravas. Esta asociación con dominancia de mejillón asentada sobre sustratos fangosos o fango-arenosos con elementos de soporte, como rodados y/o gránulos, fue señalada para la bahía de San Julián por Zaixso et al. (2015).

Un ensamble conformado por *Malletia cumingii* (Bivalvia), *Ampelisca* sp. y *Thyphosella schellenbergi* (Amphipoda) se distribuye en los niveles más bajos del intermareal y principalmente en el infralitoral superior, presentando su máxima abundancia en Punta Loyola. *Malletia cumingii* ha sido reportada para Puerto Deseado en sustratos fangosos del infralitoral superior, en asociación con *Serolis schythei* (Isópoda) y *Cyrtograpsus angulatus* (Crustácea) (Martin y Bastida 2008; Zaixso et al. 2015).

La asociación de especies integrada por *Fabricinuda* sp., *Ophioglycera eximia*, (Polychaeta), *Sphenia hatcheri*, *Perumytilus purpuratus* (Bivalvia) y *Jassa* sp.(Amphipoda) fue exclusiva del sitio Costanera. Se distribuye en niveles intermareales inferiores, con sedimentos con bajas proporciones tanto de materia orgánica como de limos-arcillas. *Jassa* sp. también fue recolectada en los niveles inferiores de Punta Gancho, pero no así el resto de las especies. Este ensamble de especies no ha sido descrito para otros sitios de nuestro país, y tampoco fue registrado por Lizarralde y Pittaluga (2011) en estudios previos realizados en el estuario del río Gallegos. Además, la presencia de estos agregados biogénicos de *Fabricinuda* sp. ha producido un cambio en el nivel más bajo del

intermareal, no solo en diversidad y abundancia de las especies, sino que incluso no se han registrado las especies *Mysella* sp. (Bivalvia) y *Clymenella minor* (Polychaeta) que caracterizaban ese nivel (Lizarralde et al. 2015).

Los cambios en la composición y abundancia de la fauna macrobentónica observados en la zona costanera por la presencia de *Fabricinuda* sp., y el registro de especies en ambientes con un alto contenido de materia orgánica en los sedimentos, principalmente *Scolecopides uncinatus* (Polychaeta) y *Mysella patagona* (Bivalvia) permiten sugerir que estas especies podrían ser propuestas como bioindicadores de enriquecimiento orgánico y seleccionadas para monitorear cambios ambientales en el estuario.

En este sentido, algunos poliquetos de la familia Spionidae, a la cual pertenece *S. uncinatus* han sido descritos por numerosos autores (Pearson y Rosenberg 1978; Bigot et al. 2006; Vivan et al. 2009), como organismos oportunistas, y han sido empleados como bioindicadores para monitorear el impacto producido por el enriquecimiento de materia orgánica.

En el caso de los poliquetos de la subfamilia Fabriciidae se ha señalado que los tubos elásticos, la rápida secreción de nuevos tubos y la capacidad de migrar de ellos cuando se deterioran las condiciones ambientales, podrían ser adaptaciones a entornos inestables y ser capaces de colonizar ambientes desfavorables (Knight-Jones 1981; Giangrande et al. 2014). Por lo tanto, se considera importante continuar realizando estudios en el área, comparando sitios con diferente grado de impacto antrópico en la margen sur del estuario, dado que presentan características sedimentológicas semejantes. Esto permitirá determinar si se profundizan las diferencias en la composición de los ensambles de especies registrados y analizar su relación con los cambios ambientales derivados de las actividades antrópicas.

3.4. CONCLUSIONES

- La fracción limo-arcilla es el componente granulométrico de mayor proporción entre los sedimentos analizados principalmente en las estaciones ubicadas en la margen sur, mientras que el sitio ubicado sobre la margen norte (Punta Gancho) presenta sedimentos compuestos principalmente de arenas medias y finas, con bajo contenido de materia orgánica.
- Los parámetros físico químicos del agua mostraron poca variación de sus valores a lo largo del periodo de muestreo y la mayoría se encontró en el rango de valores normales para aguas marinas y estuariales, a excepción de los niveles de fosfatos para el sitio Emisario que superaron los valores admisibles.
- Las mayores abundancias de individuos y los valores mínimos de diversidad y equitatividad, se encontraron en el sitio Costanera. Las menores abundancias promedio de individuos fueron registradas para el sitio ubicado sobre la desembocadura del emisario submarino, donde se registraron los valores más altos de materia orgánica en los sedimentos.
- Se identificaron cinco asociaciones de especies que se distribuyen con diferentes abundancias en los sitios estudiados. La distribución de las especies macrobentónicas en el estuario estuvo relacionada con el contenido de limos-arcillas y de materia orgánica de los sedimentos, y el nivel de mareas, lo cual verifica la hipótesis planteada.
- Los poliquetos *Fabricinuda* sp. y *Scolecopides uncinatus* y el bivalvo *Mysella patagona* pueden sugerirse como bioindicadores para monitorear cambios ambientales en el estuario derivados del crecimiento urbano e industrial, en particular en la margen sur del estuario.

BIBLIOGRAFÍA

- Alongi, D. M. 1990. The ecology of tropical soft-bottom benthic ecosystems. *Oceanogr. Mar. Biol. An. Rev.*, 28: 381-496.
- Aminot, A. y Chaussepied, M. 1983. Manuel des analyses chimiques en milieu marin. Centre nationale pour l'Exploitation des Océans (CNEXO), Brest.
- Arhex, I. y Esteves, J. L. 2009. Análisis de indicadores de contaminación en la zona costera patagónica. 1a ed. Puerto Madryn, Fundación Patagonia Natural.
- Attrill, M.J., Ramsay, P.M., Thomas, R.M. y Trett, M.W. 1996. An estuarine biodiversity hot-spot. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* 76 (1): 161-175.
- Baldó, F., Arias, A.M. y Drake, P. 2001. La comunidad macrobentónica del estuario del Guadalquivir. *Boletín Instituto Español de Oceanografía*, 17: 137-148.
- Bastida, R., Roux, A. y Bremec, C. 1989. Investigaciones sobre las comunidades bentónicas en la Zona Común de Pesca Argentino-Uruguay. *Publ. Com. Téc. Mix. Fr. Mar.*, 5: 115-129.
- Bastida, R., Roux, A. y Martinez, D. 1992. Benthic communities of the Argentine continental shelf. *Oceanol. Acta*, 15: 687-698.
- Bastida, R., Zamponi, M., Bremec, C., Roux, A., Genzano, G. y Elías, R. 2007. Las comunidades bentónicas. En Carreto, J.I. y Bremec C. (eds) *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros*, 5: 91-125.
- Baumgarten, M.G.Z. y Pozza, S.A. 2001. Qualidade de águas: descrição de parâmetros químicos referidos na legislação ambiental. Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.
- Bigot, L., Conand, C., Amouroux, J., Frouin, P., Bruggemann, H. y Gremare, A. 2006. Effects of industrial outfalls on tropical macrobenthic sediment communities in Reunion Island (Southwest Indian Ocean). *Marine Pollution Bulletin* 52:865-880.
- Blair, N.E., Levin, L.A., De Master, D.J. y Plaia, G.R. 1996. The short-term fate of fresh algal carbon in continental slope sediments. *Limnología y Oceanografía*. 41: 1208-1219.

- Boesch, D.F. y Rosenberg, R. 1981. Response to stress in marine benthic communities. Pp 179-200 In: Barrett, G.W. y Rosenberg, R. (eds.) Stress effects on natural ecosystems. John Wiley, New York.
- Borja, A., Muxika, I. y Franco, J. 2006. Long-term recovery of soft-bottom benthos following urban and industrial sewage treatment in the Nervión estuary (southern Bay of Biscay). *Marine Ecology Progress Series* 313: 43–55.
- Bray, J.R. y Curtis, J.T. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monograph* 27: 325-349
- Bremec, C. 1990. Macrobentos del área de bahía Blanca Argentina. Distribución espacial de la fauna. *Bol. Inst. Ocean. S. Paulo*, 38: 99-110.
- Cañete, J.I., Astorga, M.S., Santana, M. y Palacios, M. 2010. Abundancia y distribución espacial de *Scolecopides uncinatus* Blake, 1983 (Polychaeta: Spionidae) y características sedimentológicas en Bahía Lomas, Tierra del Fuego, Chile. *Anales Instituto Patagonia (Chile)*, 38(2):81-94.
- Carrasco, F.D. y Gallardo, V.A. 1989. La contaminación marina y el valor de la macroinfauna bentónica en su evaluación y vigilancia. Casos de estudio en el litoral de Concepción, Chile. *Biología Pesquera*, 18: 15-27.
- Carrasco, F. 2004. Organismos del Bentos Marino Sublitoral: Algunos aspectos sobre abundancia y distribución. En: Werlinger, C. (ed.). *Biología Marina y Oceanografía: Conceptos y Procesos*. Consejo Nacional del Libro y la Cultura. Universidad de Concepción. Trama Impresores S.A., Chile. Tomo I (15): 315- 346.
- Chapman, P.M. 2007. Determining when contamination is pollution weight of evidence determinations for sediments and effluents. *Environ Int* 33: 492–501.
- Clark, R. B. *Marine pollution*. 2001. Fifth ed. Oxford University Press, Oxford.
- Clarke, K. R. 1990. Comparisons of dominance curves. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 138: 143-157.
- Clarke, K.R. y Warwick, R.M. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. *Marine Biology* 118: 167-176.

- Clarke, K.R. y Gorley, R.N. 2006. PRIMER v6: User Manual/Tutorial. PRIMER-E Ltd., Plymouth, 192p.
- Clarke, K.R., Somerfield, P.J. y Gorley, R.N. 2008. Testing of null hypotheses in exploratory community analyses: similarity profiles and biota-environment linkage. *Journal of the Experimental Marine Biology and Ecology* 366:56-69.
- Codignotto, J.A. 1990. Evolución en el cuaternario alto del sector de costa y plataforma submarina entre río Coig, Santa Cruz y Punta María Tierra del Fuego. *Asociación Geológica Argentina*, 45: 19-16.
- Cuadra, D.E. y Oliva, G. 1996. Ambientes naturales de la Provincia de Santa Cruz. *Espacios*, 6: 22-28. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Argentina.
- Díaz, R.J., Solan, M., Valente, R.M. 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *Journal of Environmental Management* 73 (3), 165–181.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. 2008. InfoStat, versión 2008, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Elias, R. 1985. Macrobentos del estuario de bahía Blanca Argentina. I. Mesolitoral. *Spheniscus*, 1: 1-33.
- Elias, R. y Bremec, C. 1986. Macrobentos del área de Bahía Blanca Argentina. II. Relaciones entre asociaciones de fondos blandos. *Spheniscus*, 3: 51-52.
- Elías, R., Rivero, M.S. y Vallarino, E.A. 2003. Sewage impact on the composition and distribution of polychaetes associated to intertidal mussel beds of the Mar del Plata rocky shore (Argentina). *Iheringia*, 93: 309-318.
- Elías, R., Rivero, M.S., Palacios, J.R. y Vallarino, E.A. 2006. Sewage-induced disturbance on polychaetes inhabiting in-tertidal mussel beds of *Brachydontes rodriguezii* off Mar del Plata (SW Atlantic, Argentina). In: R.Sardá, G. San Martín, E. López, D. Martín and D. Georg (eds.), *Scientific Advances in Polychaete Research*. *Sci. Mar.*, 70S3: 187-196.

- Escofet, A.M. 1983. Community ecology of a sandy beach from Patagonia (Argentina, South America). Thesis (M. Sc.), University of Washington, USA, 122 pp.
- Espoz, C., Ponce, A., Matus, R., Blank, O., Rozbaczylo, N., Sitters, H. P., Rodríguez, S., Dey, A.D. y Niles, L.J. 2008. Trophic ecology of the Red Knot *Calidris canutus rufa* at Bahía Lomas, Tierra del Fuego, Chile. *Wader Study Group Bulletin* 115 (2): 69-76.
- Ferrando, A., Esteves, J.L., Elias, R. y Mendez, N. 2010. Intertidal macrozoobenthos in sandy beaches of Bahía Nueva Patagonia, Argentina and their use as bioindicators of environmental impact. *Scientia Marina*, 74: 345-352.
- Ferrari, S., Albrieu, C. y Gandini, P. 2002. Importance of the Rio Gallegos estuary, Santa Cruz, Argentina, for migratory shorebirds. *Wader Study Group Bull*, 99: 35 – 40.
- Ferrari, S., Ercolano, B. y Albrieu, C. 2007. Pérdida de hábitat por actividades antrópicas en las marismas y planicies de marea del estuario del río Gallegos (Patagonia austral, Argentina). Pp 319-327 en Castro Lucic, M y Fernández Reyes, L. (eds.) *Gestión Sostenible de Humedales*. Editorial CYTED y Programa Internacional de Interculturalidad, Santiago de Chile.
- Ferrari, S., Lizarralde, Z. y Bertinat, M. 2008. Aves playeras migratorias. Uso de hábitat y fuentes de disturbio en la reserva costera urbana de río Gallegos Santa Cruz, Argentina. Pp 172. XII Reunión Argentina de Ornitología, Neuquén.
- Frithsen, J. y Holland, A.F. 1990. Benthic communities as indicators of ecosystem conditions. Pp 459-460, In: McKenzie, D, Hyatt, D y McDonald, V. (eds.). *Ecological indicators*.
- Gallardo, L.J. 2014. Variación temporal de la población de la almeja *Darina solenoides* y del mejillón *Mytilus edulis platensis*, y su relación con la alimentación del Ostrero austral. *Informes Científicos-Técnicos UNPA*, 4: 44-81.
- Gaston, G.R, Rakocinski, C.F, Brown, S.S, Cleveland, C.M. 1998. Trophic function in estuaries response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. *Mar Freshw Res*, 49: 833–846.
- Giangrande, A., Gambi, M.C., Micheli, F. y Kroeker, K.J. 2014. Fabriciidae (Annelida, Sabellida) from a naturally acidified coastal system (Italy) with description of two

- new species. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 94(7): 1-11.
- Gray, J.S. 1974. Animal-sediment relationships. *Ocean. Mar. Biol. Ann.Rev.*, 12:223-261.
- Gray, J. 1981. The ecology of marine sediments. Pp 185 en Barnes, R.S, Miller, P.L y Paul, J. (eds.). *Cambridge studies in modern biology*. Cambridge University Press, Londres.
- Gray, J.S., McIntyre, A. y Stirn, J. 1992. *Manual of methods in aquatic environment research*. FAO Fisheries Technical Paper N° 11. Roma, Italia. 49 pp.
- Herman, P. M. J., Middelburg, J. J., Van de Koppel, J. y Heip, C. H. R. 1999. Ecology of estuarine macrobenthos. *Adv Ecol Res* 29:195–240.
- Hernández, M., D'Amico, V. y Bala, L. 2004. Presas consumidas por el Playero Rojizo (*Calidris canutus*) en Bahía San Julián, Santa Cruz, Argentina. *Hornero* 19 (1): 7-11.
- Ituarte, C., Martin, J.P. y Zelaya, D.G. 2012. A new species of *Mysella* from Patagonia (Bivalvia: Galeommatoidea). *The Nautilus* 126(4): 136-142.
- Jaubet, M. L., Sánchez, M. A., Rivero M.S., Garraffo, G.V., Vallarino, E. A. y Elías, R. 2011. Intertidal biogenic reefs built by the polychaete *Boccardia proboscidea* in sewage-impacted areas of Argentina, SW Atlantic. *Marine Ecology: An Evolutionary Perspective* 32: 188-197.
- JICA. Agencia de Cooperación Internacional del Japón. 2004. Estudio para la Gestión Ambiental de la Ría de Río Gallegos. Informe Final, en CD-Rom, Río Gallegos, pp. 506.
- Jones, N.S. 1950. Marine bottom communities. *Biological reviews*, 25: 283-313.
- Kennish, M.J. 2002. Environmental threats and environmental future of estuaries. *Environmental Conservation*. Chapman y Hall. Londres, 29: 78-107.
- Knight-Jones, P. 1981. Behaviour, chaetal inversion and phylogeny of Sabellida (Polychaeta). *Zoologica Scripta* 10:183-202.

- Liss, P.S. 1976. Conservative and non-conservative behavior of dissolved constituents during estuarine mixing. 4: 93-127 en Burton, J.D. y Liss, P.S. (eds). Estuarine chemistry, Academic Press, London.
- Lizarralde, Z.I. 2004. Los organismos bentónicos y su relación con las aves. Pp 26-29 en Albrieu, C, Imberti, S y Ferrari, S. (eds.) Las aves de la Patagonia sur, el estuario del río Gallegos y zonas aledañas. Río Gallegos, Universidad Nacional de la Patagonia Austral.
- Lizarralde, Z. y Cazzaniga, N. 2009. Population dynamics and production of *Tellina petitiiana* (Bivalvia) on a Sandy Beach of Patagonia, Argentina. *Thalassas*, 25: 45-57.
- Lizarralde, Z., Ferrari, S., Pittaluga, S. y Albrieu, C. 2010. Seasonal abundance and trophic ecology of Hudsonian Godwit (*Limosa haemastica*) at Río Gallegos estuary Patagonia, Argentina. *Ornitología Neotropical*, 21: 283–294.
- Lizarralde, Z.I. y Pittaluga, S. 2011. Distribution and temporal variability of the benthic fauna in a tidal flat of the Rio Gallegos Estuary, Patagonia, Argentina. *Thalassas*, 27: 9-20.
- Lizarralde, Z., Pittaluga, S. y Perroni, M. 2015. Cambios temporales en las asociaciones bentónicas intermareales del Estuario del río Gallegos (Santa Cruz, Argentina). Resumen en Actas IX Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar.
- López Gappa, J., Tablado, A. y Magaldi, N. H. 1993. Seasonal changes in an intertidal community affected by sewage pollution. *Environmental Pollution*, 82: 157-165.
- Llanes Baeza, C. y González, N. 2002. Evaluación de los mejillones *Metylopsis sallei* (Reclúz) y *Brachidontes exustus* (Linné) como bioindicadores de materia orgánica en la Bahía de Chetumal, México. *Universidad y Ciencia*, 18: 29-41.
- Magurran, A. E. 1988. Diversidad ecológica y su medición. Ediciones Vedra, Barcelona.
- Martin, J.P. y Bastida, R. 2008. Contribución de las comunidades bentónicas en la dieta del róbalo (*Eleginops maclovinus*) en la ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). *Latin american journal of aquatic research*, 36(1):1-13.

- Martin, J. P., Bastida, R. y Trassens, M. 2009. Estudio exploratorio para la detección de bioindicadores de impacto ambiental en la Ría Deseado Patagonia austral, (Argentina). Actas VII Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar, Bahía Blanca.
- Mazé, R. A., Laborda, A. J. y Luis, E. 1990. Macrofauna intermareal de sustrato arenoso en la Ría de El Barquero (Lugo, NO España). II. Estructura de la comunidad. Zonación. Cahiers de Biologie Marine 31: 47-64.
- Mendonça Vanda, D.R., Boyle, P. y Hoskins, S. 2008. Spatial and temporal characteristics of benthic invertebrate communities at Culbin Sands lagoon, Moray Firth, NE Scotland, and impacts of the disturbance of cockle harvesting. Scientia Marina 72(2): 265-278.
- Mille-Pagaza, S., Carrillo-Laguna, J., Pérez-Chi, A. y Sánchez Salazar, M. 2002. Abundancia y diversidad de los invertebrados litorales de isla Socorro, Archipiélago Revillagigedo, México. Revista de Biología Tropical. 50(1): 97-105.
- Mucha, A.P., Vasconcelos, M.T.S.D. y Bordaloa, A.A. 2003. Macrobenthic community in the Douro estuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics. Environmental Pollution 121: 169–180
- Olivier, S., Paternoster, I.K. y Bastida, R. 1966. Estudios biocenóticos en las costas de Chubut (Argentina). Zonación biocenológica de Puerto Pardelas (Golfo Nuevo). Boln Inst. Biol. mar. Univ.Nac. Buenos Aires, 10: 1-74.
- Olivier, S., Bastida, R. y Torti, M.R. 1968. Sobre el ecosistema de las aguas litorales de Mar del Plata. Niveles tróficos y cadenas alimentarias pelágico demersales y bentónico demersales. Inst. Biol. mar., Mar del Plata, 58: 1-45.
- Orensanz, J. M. y Estivariz, M.C. 1971. Los anélidos poliquetos de aguas salobres de la Provincia de Buenos Aires. Rev. Museo La Plata, Univ. Nacional de La Plata, XI: 95–112.
- Pagnoni, G.O. 1997. Poblamiento de la infauna en la zona intermareal del golfo San José (Provincia de Chubut) y su importancia en la alimentación de aves migradoras. Tesis Doctoral, Ciencias Naturales, Universidad Nacional de la Plata, 280 pp.

- Pastor de Ward, C.T. 2000. Polychaete assemblages in the San José Gulf (Chubut, Argentina) in relation to abiotic and biotic factors. *P.S.Z.N.I. Mar. Ecol.*, 21: 175-190.
- Pearson, T. H. y Rosenberg, R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu.*16: 229-311.
- Pérès, J.M. 1958. Essai de classement des communautés benthiques marines du globe. *Rec. Trav. St. Mar. End. Bull*, 22: 23-54.
- Pérès, J. y Picard, J. 1964. Endoume Manuel de Bionomie benthique de la Mer Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar.* (47)122: 7-31.
- Perillo, G.M.E, Ripley, M.D, Piccolo, M.C. y Dyer, K.R. 1996. The formation of tidal creeks in a salt marsh: new evidence from the Loyola Bay salt marsh, Rio Gallegos, Estuary, Argentina. *Mangroves Salt Marshes*, 1: 37-46.
- Peso, J.G. y Meichtry de Zaburlin, N. 1998. El bentos como indicador de calidad del agua en el arroyo Mártires receptor del vertido cloacal de la ciudad de Posadas (Misiones, Argentina). *Pub. Jornadas de Investigación Científica, CIDET., Fac. de Cs. Ex. Quím. y Nat. UNaM. Posadas.*
- Petersen, C.J. 1914. Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea bottom and their importance for marine zoogeography. *Rep. Danish Biol. Sta.*, 21: 1-44.
- Peterson, C.H. 1998. Intertidal zonation of marine invertebrate in sand and mud. *American Scientis* 79:236-249.
- Peyrer, L., De Sá Rodrigues, P. y Bemvenuti, C.E. 2007. Zonation of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*. 55(4): 293-307.
- Piccolo, M.C. y Perillo, G.M. 1997. Geomorfología e hidrografía de los estuarios. Pp 133-161 en Boschi, E. (eds.) *El Mar argentino y sus recursos pesqueros*. Editorial INIDEP, Mar del Plata.
- Pielou, E.C. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley and Sons, New York.

- Pittaluga, S. y Lizarralde, Z.I. 2004. Variación temporal en el reclutamiento de mejillón *Mytilus edulis platensis* en un banco costero del estuario del río Gallegos, Santa Cruz. Artículo Completo. II Jornadas Patagónicas de Mallines y Humedales. Universidad Nacional de la Patagonia Austral. Versión CD-ISBN 987-96288-9-6
- Pittaluga, S. Martin, J.P., Lizarralde, Z. y Sar, A. 2013. Aspectos ecológicos de *Mysella patagona* (Bivalvia: Galeommatoidea) en dos localidades de la Patagonia austral, Argentina. Resumen en actas I Congreso Argentino de Malacología. Asociación Argentina de Malacología.
- Raffaelli, D. y Hawkins, S. 1996. Intertidal ecology. Chapman & Hall, London, 356 pp.
- Rakocinski, C. F., Brown, S. S., Gaston, G. R., Heard, R. W., Walker, W. W. y Summers, J. K. 1997. Macrobenthic Responses to Natural and Contaminant-Related Gradients in Northern Gulf of Mexico Estuaries. *Ecological Applications* 7 (4): 1278-1298.
- Ringuelet R., Amor, A., Magladi, N. y Pallares, R. 1962. Estudio ecológico de la fauna intercotidal de Puerto Deseado, (Santa Cruz, Argentina). *Physis*, B. Aires, 23: 35-53.
- Ringuelet, R. A. 1963. Estudio Ecológico del Litoral Patagónico. El Piso Supralitoral en la Ría Deseado (Santa Cruz, Argentina). *Physis*, 24: 103-106.
- Rivero, M.S., Elías, R. y Vallarino, E.A. 2005. First survey of macroinfauna in the Mar del Plata Harbour (Argentina), and the use of polychaetes as pollution indicators. *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.*, 40(2): 101-108.
- Rhoads, D. C. 1974. Organism-sediment relations on the muddy sea floor. *Oceanografía Mar. Biol. Ann. Rev.*, 12: 263-300.
- Rufino, M., Gaspar, M., Pereira, A., Maynou, F. y Monteiro, C. 2010. Ecology of megabenthic bivalve communities from sandy beaches on the south coast of Portugal. *Scientia Marina* 74(1): 163-178.
- Salazar Vallejo, S.I. 1991. Contaminación marina. Pp 193. Métodos de evaluación biológica. CIQRO. Fondo Publ. Editorial Gob. Q. Roo. ,Chetumal.

- Schulte, E.E. y Hopkins, B.G. 1996. Estimation of organic matter by weight loss-on-ignition. Pp 21-31 in Magdoff, F.R *et al.* (eds.) Solid organic matter: Analysis and interpretation. SSSA Special Publication 46. SSSA, Madison, WI.
- Snelgrove, P.V.R. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments *Biodiversity and Conservation*, 7: 1123-1132.
- Smith, R. y Smith, T. 2001. Ecología. Editorial Addison-Wesley, Madrid.
- Sousa, R., Días, S. y Antunes, J.C. 2006. Spatial subtidal macrobenthic distribution in relation to abiotic conditions in the Lima estuary, NW of Portugal. *Hydrobiologia* 559: 135-148.
- Strickland, J.D.H y Parsons, T.R. 1972. A Practical Handbook of the Seawater Analysis. Fish. Research. Board, Canada.
- Ter Braak, C. J. F. y Simelauer, P. 1998. CANOCO for Windows version 4.5.
- Torres, E. R., Manero, A. y Vargas, F. A. 2006. Listado Sistemático y Distribución Temporal de los Peces del Estuario del Río Gallegos (Santa Cruz, Argentina). In *Anales del Instituto de la Patagonia*, 34: 59-64.
- Torres, E. R. y Vargas, F.A. 2007 Diversidad y distribución de los crustáceos estomatópodos y decápodos en el estuario del río Gallegos (Santa Cruz, Argentina). *Revista de Biología Tropical*, 55 (suplemento 1).
- Vallarino E. A. 2002. La comunidad bentónica intermareal de *Brachidontes rodriguezii* (D'Orb.) y su relación con el efluente cloacal de la ciudad de Mar del Plata (38°S). Universidad Nacional de Mar del Plata, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.
- Villegas, J.C.V., Sánchez, K. P. y Cabarcas, K. G. 2013. Macroinvertebrados intermareales de las playas turísticas en Cartagena de Indias, Caribe colombiano y su uso potencial como bioindicadores de calidad ambiental. *Ciencia y Mar*, 17 (49), 3-13.
- Vivan, J.M., Di Domenico, M. y Marques de Almeida, T.C. 2009. Effects of dredged material disposal on benthic macrofauna near Itajaí Harbour (Santa Catarina, south Brazil). *Ecological Engineering* 35:1435-1443.

- Warwick, R.M. 1986. A new method for detecting pollution effects on marine macrobenthic communities. *Marine Biology*, 92: 557-562.
- Warwick, R. 1988. Effects on community structure of a pollution gradient—summary. *Marine Ecology Progress Series*, 46: 207-211.
- Warwick, R. M., Goss-Custard, J. D., Kirby, R., George, C.L., Pope, N.D. y Rowden, A.A. 1991. Static and dynamic environmental factors determining the community structure of estuarine macrobenthos in SW Britain: why is the Severn estuary different? *J. App. Ecol.* 28: 1004-1026.
- Warwick, R. y Clarke, K. 1994. Relearning the ABC: taxonomic changes and abundante/biomasa relationships in disturbed benthic commuities. *Marine Biology*, 118: 739-744.
- Wilson, J.G. 1994. The role of bioindicators in estuarine management. *Estuaries and Coasts* 17: 94-101. *Journal of the Institution of Water and Environmental Management* 8:171-183.
- Wolf, W. J. 1983. Estuarine benthos. En: *Estuaries and enclosed areas*. B. H. Ketchum (ed.): 151-182. Elsevier. Ámsterdam.
- Ysebaert, T. y Herman, P. M.J. 2002. Spatial and temporal variation in benthic macrofauna and relationships with environmental variables in an estuarine, intertidal soft-sediment environment. *Marine Ecology Progress Series* 244: 105-124.
- Zaixso, H. y Pastor, C. 1977. Observaciones sobre la ecología de los Mitílidos de la Ría Deseado. *Distribución y análisis biocenótico*. *Ecosur*, 4: 1-46.
- Zaixso, H., Boraso de Zaixso, A. y Lopez Gappa, J.J. 1978. Observaciones sobre el mesolitoral rocoso de la zona de Ushuaia (Tierra del Fuego, Argentina). *Ecosur*, 5: 119-130.
- Zaixso, H.E., Lizarralde, Z., Pastor, C., Gomez Simes, E., Romanello, E. y Pagnoni, C. 1998. Distribución espacial del macrozoobentos submareal del Golfo de San José (Chubut, Argentina). *Rev. Biol. Mar. Oceanogr.* 33:43-72.

Zaixso, H.E. 2002. Manual de campo para el muestreo de bentos. Universidad Nacional de la Patagonia, Comodoro Rivadavia, Argentina, 191 pp

Zaixso, H.E, Boraso de Zaixso, A.L., Pastor de Ward, C.T.; Lizarralde, Z.I., Dadón, J. y Galván, D. 2015. El bentos costero patagónico. Pp 43-152 en Zaixso, H.E. y Boraso, A.L. (eds.). La Zona Costera Patagónica Argentina. Volumen II, Editorial Universitaria de la Patagonia, Comodoro Rivadavia.

Zar, J.H. 1996. Biostatistical analysis. 3 ed. Prentice-Hall International, Englewood Cliffs, New Jersey, US.

Páginas web consultadas:

Krah America Latina.2007. www.krah-americalatina.net/down/ph

INDEC. Instituto nacional de estadísticas y censos. Censos Nacionales de Población, Hogares y Vivienda 2010. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/>

Servicio de Hidrografía Naval.2014. <http://www.hidro.gov.ar/>